PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 22. 15. August 1903. 4. Jahrgang.
Redaktionsschluss für No. 23 am 19. August 1903.

INHALT.

Originalmitteilungen:
K. v. Wesendonk, Zur Lehre von der Zerstreuung der Energie. S. 589.
H. Konen und A. Hagenbach, Über das Linienspektrum des Natriums. S. 592.
E. F. Huth, Zur Theorie des Kohärers. S. 594.
R. Blondlot, Über eine neue Art von Licht. S. 596.
R. Blondlot, Über die Existenz von in der Auerflamme enthaltenen Strahlen, die Metalle, Holz etc. durchdringen. S. 598.
R. Blondlot, Über neue Quellen von Strahlen, die fähig sind, Metalle, Holz etc. zu durchdringen und über neue Wirkungen, welche diese Strahlen hervorbringen. S. 599.
R. Blondlot, Über die Existenz von Sonnenstrahlen, die durch Metalle, Holz etc. hindurchgehen. S. 600.
G. Sagnac, Bestimmung der Wellenlänge der *N*-Strahlen durch Beugung. S. 601.
A. Gockel, Über die Emanation des Phosphors. S. 602.
A. Gockel, Über die Emanation der Bodenluft. S. 604.
J. Stark, Der Glimmstrom bei atmosphärischem Druck. Antwort auf die Bemerkung des Herrn Kaufmann. S. 605.

Referate:
J. A. Fleming, Eine neue Form des magnetischen Detektors für Hertzsche Wellen, zu quantitativen Messungen geeignet. S. 608.

Besprechungen:
A. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2. Aufl. IV 1. S. 609.
G. D. Aspinall Parr, Elektrotechnisches Praktikum für Physiker und Elektrotechniker. S. 610.
Emil Baur, Chemische Kosmographie. S. 611.
J. Perrin, Lehrbuch der physikalischen Chemie. Band I: Die Prinzipien. S. 611.
B. Weinstein, Thermodynamik und Kinetik der Körper. S. 611.
P. Salcher, Die Wasserspiegelbilder. S. 612.

Tagesereignisse. S. 612.
Personalien. S. 612.
Berichtigungen. S. 612.
Gesuche. S. 612.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Zur Lehre von der Zerstreuung der Energie.

Von K. v. Wesendonk.

Die Lehre von der Zerstreuung der Energie, welche dem Weltall mit dem Tode droht, ist, wohl nicht zum wenigsten durch einen berühmten populären Vortrag von Helmholtz, auch in Deutschland recht bekannt geworden. Indessen, scheint Verf., hat man W. Thomsons kleine, nur skizzenhaft gehaltene Arbeit[1]), deren Scharfsinn Helmholtz' Bewunderung erregte, nur wenig im Original selbst studiert und deren Resultate eingehender diskutiert. Selbst eine ziemlich scharfe Polemik von Clausius[2]) gegen Tait hat nicht gerade zur Klärung der Auffassungen beigetragen, die doch bei der Wichtigkeit des betreffenden Gegenstandes recht wünschenswert erscheint.

W. Thomson beschäftigte sich bereits frühzeitig[3]), bevor er noch die Lehre von der Erhaltung der Energie angenommen hatte, gelegentlich einer eingehenden Besprechung von Carnots berühmter Schrift, mit der Frage: Wenn lediglich Wärmeübergang durch Leitung fester Körper statthat, was wird dann aus dem mechanischen Effekt, den die vorhandene Temperaturdifferenz (nach Carnot) zu leisten vermag? Nichts könne verloren gehen bei den Vorgängen der Natur, keine Energie könne zerstört werden.[4]) Bei dem damaligen Stande der Wissenschaft sei die Frage noch nicht zu beantworten. Nun that aber Clausius den grossen Schritt und brachte Carnots Theorem in Einklang mit der Lehre von der Erhaltung der Energie im Sinne von Mayer, Joule, Helmholtz. Die Sache gestaltete sich jetzt bekanntlich so: Bei einem Kreisprozesse, wo also das arbeitende System am Schlusse der vorgekommenen Vorgänge keine Veränderung gegen den Anfangszustand aufweist[1]), kann Wärme nur in Arbeit verwandelt werden, falls gleichzeitig ein Wärmeübergang von höherer zu niederer Temperatur eintritt. Den günstigsten Effekt liefert (was aber Clausius zunächst auch nur für zwei Temperaturen zeigte) dabei ein umkehrbarer Kreisprozess, wie Carnot bereits einen angegeben, wenn nur zwei Temperaturen in Betracht kommen. Eine Wärmemenge vollständig in mechanische Arbeit (oder eine entsprechende Energieform) zu verwandeln, geht nicht an[2]), ohne eine kompensierende, zugleich beim arbeitenden System eintretende Veränderung, die also einem absteigenden Wärmestrome von genügender Grösse äquivalent sein muss. Sonst könnte man ja, wenn eine gegebene Wärmemenge glatt in Arbeit aufginge, diese benutzen, um mittels eines

1) On a universal tendency in nature to the dissipation of mechanical energy, Proceed. of. Roy. Soc. Edinb. April 19 1852 und Mathem. and Phys. papers by Sir William Thomson 1, 511—514.

2) Clausius, Mech. Wärmetheorie 2, 319—324, 1879.

3) l. c. 1, 118, Anm. An Account of Carnots theory etc. Edinb. Roy. Soc. 2. January 1849.

4) Erhaltungsideen sind hier also bei Thomson, wie wohl bei manchen Forschern jener Epoche vorhanden, aber es fehlt noch die Überzeugung von der unbedingten Richtigkeit der Mayer-Jouleschen Auffassung des vorliegenden Themas. Carnots fundamentales Theorem von der Konstanz der Wärmemengen wird denn auch von Thomson noch nicht aufgegeben.

1) Und ebenso natürlich, wenn das arbeitende System unveränderlich ist wie l. c. 1, 179 angegeben.

2) Auch nicht etwa durch thermoelektrische Vorgänge (diese Zeitschr. 4, 426, 1903): eine Theorie, die solches gestattete, müsste als hinfällig angesehen werden. Kompetente Autoren nehmen denn auch stets einen kompensierenden absteigenden Wärmestrom an, soviel Verf. bekannt.

Carnotschen Prozesses wieder die ursprüngliche Wärmemenge zu erhalten, und zugleich eine gewisse Wärmemenge von niederer Temperatur auf höhere zu bringen.[1]) Scharfsinnigerweise erkannte nun W. Thomson, der inzwischen Clausius' Auffassung durch etwas andere Betrachtungsweise bestätigt hatte[2]), die universelle Bedeutung der erschlossenen Gesetze. Wenn Wärme von einem Körper zu einem kühleren übergeht anders als durch eine vollkommene Carnotsche Maschine, so findet wohl eine Vergeudung von dem Menschen disponibler (nutzbarer) Energie statt, aber keine Zerstörung, sondern nur Transformation ist möglich. Wärme, durch einen umkehrbaren Prozess aus Arbeit erhalten, kann zwar ganz wieder in Arbeit zurückverwandelt werden, aber zugleich verlaufen äquivalente Wärmeübergänge. Wenn Wärme durch einen nicht umkehrbaren Prozess erzeugt wird, wie Reibung, so tritt Zerstreuung (Dissipation) von mechanischer Energie ein, eine volle Wiederherstellung des Anfangszustandes ist unmöglich. Nach dem Claususschen Befunde, kann ja von einer so erhaltenen Wärmemenge W, wenn zwei Temperaturen S und T zur Verfügung stehen, nur die Menge $W(1-\frac{T}{S})$ (wo also S die höhere Temperatur bedeutet) durch einen Carnotschen Cyklus wieder in Arbeit verwandelt werden. Bei Thomson steht an Stelle von $\frac{T}{S}$, da er damals die Clausiussche Ansicht über den Wert der Carnotschen Funktion noch nicht angenommen hatte, der Ausdruck

$$R = e^{-\frac{1}{J}\int_T^S \mu\, dt},$$

wo μ die Carnotsche Funktion bezeichnet, J das mechanische Wärmeäquivalent. Diese Grösse R hat Thomson in seiner früheren Abhandlung bereits abgeleitet.[3]) R stellt (in beiden Formeln) die unter allen Umständen vergeudete mechanische Energie dar, ausser wenn es gelingt, die vom Kondensator abgegebene (discharged) Wärme noch weiter zu verwenden.[4]) In dieser Weise vergeudet ein Motor Energie überall, wo Reibung statthat, sei es durch feste Körper oder Flüssigkeiten in Bewegung, oder auch etwa von Dampf, indem er durch Röhren oder Eintrittsöffnungen strömt. Letzterer Fall wird von Thomson lediglich als ein Beispiel für waste of energy gegeben, sein Ausdruck für R ist von allgemeiner Bedeutung. Dies hat Clausius offenbar übersehen, als er (l. c., S. 324) auf die Grösse R zu sprechen kam. Aber er ist Tait gegenüber im Recht, wenn er behauptet, dieser nur zwei Temperaturen enthaltende Ausdruck bringe gegenüber dem seinigen nichts Neues. Der Fall, dass man mit Hilfe einer kompensierenden Veränderung (Disgregationsvermehrung) Wärme in Arbeit verwandelt, wird von Thomson nicht behandelt, man hat es dann aber auch nicht mehr mit einer Wiederherstellung des Anfangszustandes zu tun. Die kompensierenden Änderungen müssen je einem absteigenden Wärmestrome entsprechen, es ergeben sich also auch hier einseitig gewiss beschränkte Transformationen, die Körperwelt verwandelt sich nur in einem gewissen Sinne ebenso wie bei von selbst erfolgenden Wärmeübergängen. Man kommt auf diese Wege nicht über die Zerstreuung der Energie hinaus.

Thomson betont dann noch speziell, dass bei Verteilung (diffused) der Wärme durch Leitung, mechanische Energie zerstreut wird, die nur unvollkommen wieder herzustellen sei. Er behandelt im Anschluss daran das sehr interessante Problem: Wenn ein Körper (von Wärme nichtdurchlassenden Hüllen umgeben) an verschiedenen Stellen verschiedene Temperaturen aufweist, wieviel mechanische Arbeit lässt sich dann höchstens aus dieser[1]) ungleichen Erwärmung gewinnen? Hindert man den direkten Wärmeausgleich, nimmt diesen vielmehr nur durch vollkommene Carnotsche Maschinen vor, so gelangt man schliesslich zu einer gewissen mittleren Temperatur T_m. Dann muss, wenn man die Teile des Körpers, welche von Anfang an die Temp. T_m besitzen, als Kondensatoren für die Carnotschen Maschinen benutzt, diesen Teilen im ganzen weder Wärme zugeführt noch entzogen werden. Wird ein Körperelement $dx\,dy\,dz$ von der Dichte m und Temperatur t und der seinen Änderungsbedingungen entsprechenden spez. Wärme c um dt in seiner Temperatur verändert, so gewinnt man in maximo an Arbeit[2])

$$c\, m\, dx\, dy\, dz\, dt\left(\frac{t-T_m}{t}\right),$$

bei der Abkühlung resp. Erwärmung bis T_m, also

$$\int_{T_m}^{t} c\, m\, dx\, dy\, dz \frac{t-T_m}{t}\, dt,$$

1) Clausius weist in seinem populären Vortrage zu Frankfurt a. M. 1869 deutlich auf den Sachverhalt hin. Bei Vorgängen, wie isothermer Ausdehnung von vollkommenen Gasen, kann aufgenommene Wärme theoretisch völlig in Arbeit übergehen, aber es findet durch Ausdehnung des Gases eine kompensierende Disgregationsvermehrung statt. Wo eine solche fehlt, wie bei Kreisprozessen, muss Kompensation durch absteigenden Wärmestrom eintreten.

2) W. Thomson erwähnte am 15. Oktober 1850, dass er von Clausius' Abhandlung vernommen habe, jedoch noch zu keinem näheren Studium derselben gekommen sei (l. c., 1. 173).

3) l. c., 1, 190. On the dynamical theory of heat etc. Transact. Roy. Soc. Edinb. March 1851.

4) Was in neuerer Zeit bei einigen Maschinen wirklich geschieht.

1) Das Problem wird in einer besonderen Abhandlung: On restoration of energy, l. c., 1, 554—558 from Phil. Mag. 3, Febr. 1853 noch besonders behandelt, auch die weitere Aufgabe: Welche mechanische Arbeit ist zu gewinnen, wenn ein Körper auf eine gegebene Temperatur abgekühlt wird?

2) Tait, Heat. London 1895 (Macmillan) S. 345—46.

und dieser Ausdruck ist über alle Körperelemente zu integrieren. Obige Bedingung giebt zur Bestimmung von T_m:

$$\int m\,dx\,dy\,dz\,c\,\frac{T_m}{t} = 0.$$

Die gewonnene Arbeit ist:

$$\int\int_{T_m}^{t} m\,dx\,dy\,dz\,c\,dt.$$

Diese etwas eingehenderen Betrachtungen über die disponible Energie (Motwity von Thomson später genannt) dürften noch besonders gerechtfertigt erscheinen durch eine relativ einfache Ableitung der sogen. Clausiusschen Ungleichung, welche Tait mitgeteilt.[1]) Clausius hat durch ein naheliegendes Missverständnis (l. c., S. 322) die betr. Schlussweise verworfen, aber sie besteht, richtig aufgefasst, doch wohl zu Recht. Haben wir eine Anzahl Körper von verschiedenen Temperaturen T_r, welche Wärmemengen Q_r an ein arbeitendes System während eines Kreisprozesses abgeben resp. davon aufnehmen, so leistet der Cyklus bekanntlich die Arbeit $L = \Sigma Q_r$. Haben wir nun noch einen Körper von der Temperatur T_0 (tiefer als alle T_r) und denken wir uns diesen als den einen Wärmebehälter dienend für vollkommene Carnotsche Maschinen, welche die Wärmemengen Q_r aufnehmen resp. abgeben, ebenso wie beim oben genannten Kreisprozess, von denselben Körpern deren Temperaturen T_r, so ist dabei die mechanische Arbeit zu erhalten

$$A = \Sigma Q_r \frac{T_r - T_0}{T_r} = \Sigma Q_r - T_0 \Sigma \frac{Q_r}{T_r}$$

Nun muss $A \geqq L$ sein, denn sonst könnte man z. B. den ursprünglichen Kreisprozess eine Arbeit L leisten lassen, durch Aufwand eines Teiles von L mit Hilfe der Carnotschen Maschinen die als Wärmespeicher dienenden Körper auf ihre frühere Temperatur zurückbringen, dann wieder den ursprünglichen Kreisprozess vornehmen etc. und dabei immer einen Teil von L als Arbeit gewinnen, wobei nur dem Körper von der Temperatur T_0 Wärme entzogen wird. Es muss also, ausser wenn, wie bei umkehrbarem ursprünglichen Kreise,

$$\Sigma \frac{Q_r}{T_r} = 0$$

ist, der Ausdruck

$$\left(-T_0 \Sigma \frac{Q_r}{T_r}\right)$$

positiv sein, d. h. also $\Sigma \frac{Q_r}{T_r}$[2]) negativ. Die Entwickelung dieses Satzes findet sich aber nirgends in Thomsons Abhandlungen bis inklusive das Jahr 1854. Für umkehrbare Kreisprozesse (resp. Vorgänge ohne Veränderung der arbeitenden Substanz) hat Thomson allerdings bereits 1851[1]) den Satz

$$\Sigma \frac{Q_r}{T_r} = 0$$

angedeutet und später Mai 1854[2]) einen ziemlich komplizierten Beweis gegeben, nach dessen Vorbild dann Herr Karl Neumann die Clausiussche Ungleichung ableitete. Nirgends ist von Thomson eine nähere Betrachtung nichtumkehrbarer Prozesse in Bezug auf die Grösse $\Sigma \frac{Q_r}{T_r}$ angestellt, und deren Bedeutung hervorgehoben worden, deren Wichtigkeit für die wirklichen Vorgänge doch so gross, schon weil daraus die Vermehrung der Entropie folgt. Warum, wenn Taits Beweis bereits vorgelegen, dann noch im Mai 1854 einen neuen komplizierteren geben und ohne auf die andere (Taitsche) Art der Demonstration hinzuweisen?

Es bleibt Clausius durchaus das grosse Verdienst, die betr. Ungleichung in die Wissenschaft eingeführt und ihre eminente Bedeutung für die Naturvorgänge erkannt zu haben. Das Verkennen eben dieser Ungleichung dürfte auch in England das häufig ungenügende Verständnis der Entropie verschuldet haben. Sagt doch selbst Maxwell[3]): Der Übergang der Wärme etc. vergrössert die Entropie des Systems, Clausius drückt dieses mit den Worten aus: Die Entropie des Systems strebt stets einem Maximum zu. Als ob die Vermehrung der Entropie nicht ein ganz allgemeines Naturphänomen wäre, auch abgesehen von Wärmeübergängen.[4]) Bei den interessanten und nützlichen Diagrammen, welche Maxwell (l. c., S. 215—16), und Tait (l. c., S. 320—22) geben, müsste betont werden, dass sie sich nur auf umkehrbare Vorgänge beziehen, sonst gilt der Satz S. 216: „Es kann also die Entropie nicht wachsen, wenn nämlich die sich verändernde Substanz keine Wärme von der Umgebung aufnimmt", nicht mehr.

Thomson erwähnt dann weiter, „dass, wenn strahlende Wärme oder Licht anders absorbiert wird, als von Vegetation oder bei einer chemischen Aktion, ebenfalls Zerstreuung der Energie eintritt". Die durch Absorption erzeugte Wärme, um welche es sich hier wohl handelt[5]), kann ja

1) Heat, S. 343—44.
2) Dabei beziehen sich allerdings die T_r auf Reservoire, nicht die arbeitende Substanz.

1) l. c., I, 317 from Proc. Roy. Edinb. Soc. Dez. 1851.
2) l. c., 336—37 from Trans. Roy. Edinb. Soc. May 1854.
3) Maxwell-Neesen, Theorie der Wärme. 1878, S. 187 bis 188, ebenso mangelhaft Perry, Nature 67, 604, 1903, auch Taits Darstellung ist ungenügend.
4) Man sehe auch die Diskussion über Entropie in den letzten Jahrgängen des Electrician.
5) Man vergleiche l. c., Vol. I p. 505: On the mechanical action of radiant heat or Light etc. from. Proc. Roy. Soc. Edinb. Febr. 1852.

ebensowenig wieder vollständig in mechanische Energie oder äquivalente zurückverwandelt werden, wie solche die aus Reibung oder dergl. entstanden. Die Temperatur der absorbierten Wärme ist tiefer als die der Strahlungsquelle, man hat es mit einem absteigenden Wärmestrom[1]) zu thun. Wie sich chemische Energie und Lebewesen verhalten, ist wohl auch zur Zeit noch nicht völlig aufgeklärt.

Thomson schliesst dann seinen, wie gesagt nur skizzenhaften, Aufsatz mit folgenden allgemeinen Schlüssen:

1. Es ist zur Zeit in der materiellen Welt eine allgemeine Tendenz zur Zerstreuung mechanischer Energie[2]) vorhanden.

2. Wiederherstellung (restoration) mechanischer Energie, ohne mehr als ein Äquivalent von Zerstreuung ist unmöglich in der leblosen, und wahrscheinlich auch der belebten Natur.

3. Die Erde war vor einer endlichen Zeit und wird wieder nach einer endlichen Zeit unbewohnbar für Menschen unter der Herrschaft der zur Zeit bekannten Naturgesetze.

Den Sätzen 1 und 2 wird man auch jetzt noch zustimmen, wie die obigen Betrachtungen wohl ergeben, der Techniker wird daran nichts ändern können. Der dritte Satz bedarf wohl noch näherer Diskussion, auf die aber hier nicht eingegangen werden soll.

1) Phosphoreszenzerscheinungen etc. geben wohl nur scheinbare Ausnahmen. Besonderer Besprechung bedürfen vielleicht Becquerelstrahlen und verwandte Erscheinungen.

2) Und entsprechend gearteter anderer Energie, die sich theoretisch wenigstens glatt in mechanische Arbeit umwandeln lässt. Die Rolle, welche Becquerelstrahlen und dergl. im Haushalte der Natur spielen, bedarf vielleicht noch der Aufklärung.

(Eingegangen 24. Juli 1903.)

Über das Linienspektrum des Natriums.

Von H. Konen und A. Hagenbach.

Vor kurzem hat Herr Lenard im Zusammenhang mit seiner Untersuchung des elektrischen Bogens auch eine Reihe neuer Paare des Natriumspektrums angegeben, die er in Gestalt von Flammenbildern bemerkte, als er ein Bild des Bogens an Stelle des Spaltes verwendete.[1])

Wir haben nun zum Zwecke einer anderen Arbeit neben den Spektren der übrigen Metalle auch dasjenige des Natriums mit einem kleinen Konkavgitter photographiert und es erscheint nicht ohne Interesse, dass wir dabei auch die von Herrn Lenard entdeckten Linien zum grössten Teil photographieren und messen konnten.

1) P. Lenard, Ann. d. Phys. (4) **11**, 636—650, 1903.

Wir prüften das Natriumspektrum in verschiedenen Formen und zwar als Funkenspektrum in Luft sowohl wie in Wasserstoff, letzteres nach der Methode von Eder und Valenta. Ferner benutzten wir eine Gebläseflamme, in die wir ein mit geschmolzenem Natriumcarbonat oder mit ameisensaurem Natrium bedecktes dünnes Kohlestäbchen einführten. Endlich wurde der Kohlebogen in verschiedenen Formen und mit verschiedenen Salzen angewandt. Neben der Photographie wurde okulare Beobachtung mit Prismen und Plangitter angestellt, zuletzt nach der Methode Lenards.

Dabei ergaben alle Beobachtungen, mit Ausnahme derjenigen des Bogens, nur die schon bekannten Linienpaare. Nur auf einigen Aufnahmen von Bogenspektren fanden wir die neuen Linien, deren Wellenlängen wir beifügen. Die Linien erscheinen keineswegs stets in gleicher Stärke, sondern variieren je nach den Entladungsbedingungen. Am günstigsten war der Strom der Akkumulatorenbatterie des Institutes von 72 V. und 6—25 A. Weniger geeignet erwies sich eine Spannung von 220 V. mit 5 bis 25 A. Natriummetall gab unscharfe Bilder mit kontinuierlichem Grunde. Schwer flüchtige Salze liefern, wie schon Lenard angiebt, für das Auge gute Bilder, während für die nur wenige Sekunden dauernde photographische Aufnahme *NaS* oder *NaBr* vorzuziehen sind.

Unter allen Umständen haben die Linien jedoch einen sehr unscharfen Charakter und da sie zum Teil in die unmittelbare Nachbarschaft der unscharfen Nebenserie fallen, so wird eine genaue Wellenlängenbestimmung unmöglich. Derselbe Grund bewirkt weiterhin, dass es uns bisher nicht möglich war, die neuen Paare mit einem grossen Rowlandschen Konkavgitter aufzunehmen. Ebensowenig fand sich in älteren Aufnahmen aus dem Besitze von Prof. Kayser, deren Durchsicht er uns gütigst gestattete, eine Spur davon. In unseren Aufnahmen kommen 10 A.-E. auf 0,54 mm. Trotzdem ist die Unschärfe noch so gross, dass man nur mit dem blossen Auge oder mit einer schwachen Lupe die Maxima der Linien erkennen kann. Unter dem Mikroskope bemerkte man nur einen etwa 100 A.-E. einnehmenden schwarzen Grund. Die Messung wurde daher so ausgeführt, dass unter der Lupe mit einer feinen Spitze eine Marke angebracht wurde, auf die wir dann das Mikroskop einstellten. So gewannen wir folgende Zahlen, denen wir zu besserer Orientierung noch die von Kayser und Runge gemessenen Wellenlängen und die Zahlen von Lenard beifügen.

In der Tabelle findet man links die bisher in dem Bereich 5896—447 bekannten Linien, mit Ausnahme der Funkenlinien 4581, 4573, 4570, 4565, 4555 und 4539 von Eder und

Kayser und Runge				Lenard			Konen und Hagenbach	
Hauptserie	unscharfe I. Nebenserie	II. Nebenserie	ausser den Serien	1	2	3	1	3
5896.16 5890.19								
	5688.26 5682.90							
			unscharf nach V 5675.92 5670.40			(5675 70)		(5675 70)
				553			5531.7 5527.1	
					527*			
		5153.72 5149.19						
					510*			
	4983.53 4979.30					gesehen		unscharf nach V 4976.1 4973.0
				4919 einmal doppelt gesehen			4913.5 4910.1	
					482*			
		4752.19 4748.36						
					473*			
	4669.4 65.2							4660 unsicher
				4638			4633.1 4629.4	
		4546.03 42.75						
	4500 4494.3							
				447*				

Valenta, rechts die neuen Linien. Die Anordnung ist so, dass man die Reihenfolge der Linien im Spektrum ersehen kann.

Der Vergleich unserer Zahlen mit denjenigen Lenards lässt nun keinen Zweifel, dass wir es mit denselben drei Linien zu thun haben, die er beobachtete. Auch haben wir uns derselben Liniengruppierung angeschlossen, sofern die in der Tabelle nach Lenard angeführte im Sinne Lenards richtig von uns gegeben ist.

Die unter 3 genannten Linien sind, wie Lenard schon angegeben hat, den Paaren der unscharfen Nebenserie dicht angelagert. Sie sind unscharf nach Violett, entsprechen anscheinend dem Paare 5675 und konnten von 4660 ab zwar noch auf den Aufnahmen gesehen, aber nicht mehr gemessen werden.

Die Linien unter 1 sind weniger unscharf und deutlich als Paare zu messen. Ihr Charakter und ihre mit den Linien der anderen Serie regelmässig wechselnde Lage rechtfertigt die Zusammenfassung in eine Serie.

Dagegen gelang es uns nicht, die unter 2 aufgeführten Linien, welche Lenard entdeckt hat, zu photographieren und zu messen. Wir konnten zwar hin und wieder mit dem Auge Linien oder entsprechende kleine, der positiven Kohle aufsitzende Flammenbilder sehen, sind jedoch unsicher, ob dies Natriumlinien waren. Ebensowenig glückte es uns, die oberhalb der Glieder der ersten Nebenserie gelegenen Begleiterpaare zu messen, von denen Lenard angiebt, dass sie weniger deutlich seien, als die nach Violett hin gelegenen, von uns unter 3 gegebenen.

Der Versuch liegt nahe, die neuen Linien in derselben Weise wie die alten in eine Formel zu bringen und so in das bekannte Spektrum einzuordnen. Allerdings will bei der Unsicherheit der Bestimmung der Wellenlängen weder eine sich ergebende Übereinstimmung noch eine Abweichung viel besagen. Trotzdem mögen die Zahlen hier ihren Platz finden, die sich für die unter 1 genannten Linien ergeben. Man hat zunächst die Schwingungszahlen für:

$$\lambda\ 5527{,}1 \quad n = 18092{,}8;$$
$$\lambda\ 5531{,}6 \quad n = 18077{,}7;$$
$$\lambda\ 4973{,}0 \quad n = 20108{,}6 \quad n = 20366{,}1;$$
$$\lambda\ 4976{,}1 \quad n = 20096{,}2 \quad n = 20352{,}1;$$
$$\lambda\ 4629{,}4 \quad n = 21600{,}8;$$
$$\lambda\ 4633{,}1 \quad n = 21584{,}1.$$

Zu diesen Paaren gehören die Differenzen 15,1; 12,4; 14,0; 16,7, die somit ungefähr unter sich und der Differenz der übrigen Paare, nämlich 17,2 (D-Linien) gleich sind. Rechnet man für die unter 1 genannten Linien die Koeffizienten der Kayser-Rungeschen Formel aus, so ergiebt sich für die ersten Glieder der Paare:

$$n = 24376 - 100278^{-2}\,\nu - 7840^{-4}\,\nu,$$

für die zweiten Glieder:

$$n = 24408 - 101092^{-2}\,\nu + 560^{-4}\,\nu,$$

während die beiden ersten Koeffizienten für die beiden Nebenserien lauten:

$$+\left.\begin{matrix}24492\\24510\end{matrix}\right\} \text{ und } -\left.\begin{matrix}110585\\120762\end{matrix}\right\} \text{ resp. } \left.\begin{matrix}24549\\24562\end{matrix}\right\}$$

$$\text{und } -\left.\begin{matrix}110606\\120715\end{matrix}\right\}.$$

Es hat somit den Anschein, als ob die Linien ungefähr an derselben Stelle auslaufen, wie die alten Serien und als ob sie einer ungefähr ebenso gebauten Serie angehörten. In allen Fällen ist für das erste beobachtete Paar $\nu = 4$ zu setzen, man hätte also nach Analogie der sonstigen Erfahrungen keine Paare von grösserer Wellenlänge derselben Serie zu erwarten.

Setzt man endlich in der angegebenen Formel $\nu = 7$, so erhält man $\lambda = 4478$, während Lenard bei 447 eine Linie angiebt, die wir freilich nicht beobachten konnten.

Auf die merkwürdige Analogie, in die das Natriumspektrum durch die neuen Linien zu den Spektren der Heliumgruppe tritt, hat Herr Lenard bereits hingewiesen. Es erscheint uns deshalb als besonders wünschenswert, dass es gelänge, die neuen Serien weiter zu verfolgen und besonders auch die dritte von uns nicht wiedergefundene Serie Lenards genau zu fixieren.

Bonn, den 1. August 1903.

(Eingegangen 4. August 1903.)

Zur Theorie des Kohärers.

Von Erich F. Huth.

Herr Ph. E. Robinson[1]) hat bei seinen Untersuchungen über den elektrischen Widerstand loser Kontakte gefunden, dass bei wiederholter Beanspruchung eines Kohärers durch elektrische Wellen dieser ermüdet wird, d. h. weder so regelmässig noch so stark wie am Anfang reagiert. Dieses Verhalten schreibt er einer Verstärkung der die Kontaktflächen bedeckenden Oxydschicht zu. Eine Ermüdung des Kohärers bei Benutzung von Gleichstrom wurde nicht beobachtet, aber — heisst es in der Arbeit — es wurde auch bei diesen Versuchen der Kohärer nicht so oft auf Kohärereffekt beansprucht, wie bei den Versuchen mit elektrischen Wellen. Wenn sich herausstellen sollte, dass thatsächlich eine Ermüdung des Kohärers, die wesentlich in einer Verdickung der Oxydschicht zu bestehen scheint, nur bei elektrischen Wellen und nicht bei Gleichstrom eintritt, so liegt die Vermutung nahe, dass die bei kräftigen elektrischen Wellen auftretenden Fünkchen zwischen den Kohärerenden diese Verstärkung der Oxydschicht und damit die Ermüdung des Kohärers bewirken. Diese Bemerkung veranlasst mich, folgende Beobachtungen mitzuteilen, die bei Untersuchungen über die Vorgänge im Kohärer im März des Jahres 1902 gemacht wurden und welche erst später, da die Experimente abgebrochen werden mussten, publiziert werden sollten.

Fast alle Arbeiten, die sich mit dem Widerstande loser Kontakte beschäftigten, hatten den Kohärereffekt durch mechanische Veränderungen, wie elektrostatische Anziehung, Anordnung der Teilchen zu zusammenhängenden Ketten oder durch Funkenbildung zu erklären gesucht. Jedoch keine dieser Erklärungen brachte eine vollständige Lösung der Frage, sodass Schlabach[1]) in seinem Referat über den heutigen Standpunkt der Kohärerfrage zu dem Resultate kam: „Causa latet, vis est notissima!"

Die zur Erklärung herangezogenen Vorgänge konnten wohl für eine bestimmte Versuchsanordnung sekundär von grosser Bedeutung sein. Es ermangelte aber in Bezug auf die jeder Kohäreranordnung spezifische Eigentümlichkeit der Nachweis eines primären unter allen Umständen eintretenden Phänomens. Diese allen Kohärern charakteristische Eigenschaft besteht in der sehr geringen Ausdehnung des Dielektrikums, das die Entstehung eines Leitungsstromes verhindert. Die Annahme liegt nahe, die Ursache der Kohärerwirkung in Vorgängen im Dielektrikum zu suchen, da die sehr dünnen Schichten isolierender Substanz die Möglichkeit eines exzeptionellen Verhaltens rechtfertigen. Die Annahme, dass Funken die Kohärenz hervorrufen, dürfte nicht haltbar sein, wenn man bedenkt, dass ein Kohärer in etwa 1,5 m Entfernung auf den Funken anspricht, der an dem Unterbrecher einer elektrischen Glocke entsteht. Die Kleinheit der Energiequelle lässt wohl hier die Existenz von Funken im Kohärer mehr als zweifelhaft erscheinen. Vor allen Dingen aber deutet der Umstand, dass alle Kohärereffekte auch mit Gleichstrom erhalten werden können, darauf hin, dass nicht Funken die wirkende Ursache sind.

Thatsächlich konnten Funken auch nur nachgewiesen werden, wenn die Entfernungen klein und die erregenden Kräfte gross waren, Versuchsbedingungen, unter denen das Auftreten von Funken nichts Wunderbares hat. Auch der photographische Nachweis ist nicht stichhaltig, denn einmal entsprechen die gewählten Versuchsbedingungen, wie schon bemerkt, nicht den fraglichen Verhältnissen und dann sind notwendigerweise kleine Punkte und Streifen auf der Platte kein Beweis für die Existenz von Funken, son-

1) Ph. E. Robinson, Ann. d. Phys. **11**, 754, 1903.

1) G. Schlabach, diese Zeitschr. **2**, 384, 1901.

dern können ihr Entstehen verschiedenen Ursachen verdanken.

Branly[1]) hat zuerst die Ansicht ausgesprochen und allein vertreten, dass unter dem Einflusse elektrischer Wellen das die einzelnen Teilchen eines Kohärers trennende Dielektrikum eine Modifikation erfahre, die grössere Leitfähigkeit besitze als vorher. Da diese Hypothese in dieser Form nur durch wenige experimentelle Daten gestützt war, so sollte versucht werden, ob nicht neue Experimente ihre Wahrscheinlichkeit erhöhen könnte. Zu diesem Zwecke musste eine Anordnung gewählt werden, die den Einfluss mechanischer Ursachen bei der Kohärenz, wie elektrostatische Anziehung, Bildung zusammenhängender Ketten, womöglich gänzlich ausschloss. Von allen angewendeten Methoden schien die von Eccles[2]) angegebene hierzu am brauchbarsten zu sein. Das Charakteristische dieser Methode besteht darin, dass die Feilspäne des Kohärers dauernd durch die Schläge eines Glockenklöppels in Bewegung gehalten werden, während an den Kohärerelektroden eine konstante Spannung liegt, von solcher Grösse, dass durch sie Kohärenz hervorgerufen wird. In Fig. 1 ist die von mir

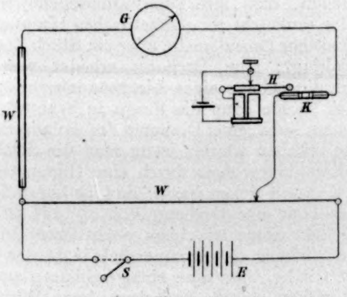

Fig. 1.

verwendete Versuchsanordnung skizziert. E ist eine Akkumulatorenbatterie von 5 Elementen, in deren Stromkreis ein Widerstand W liegt, von dem, mit Hilfe eines Gleitkontaktes, verschiedene Spannungen abgenommen werden können. w ist ein Wasserwiderstand von etwa 10^6 Ohm, G ein Deprez-d'Arsonvalgalvanometer von Edelmann. H ist der Hammer einer gewöhnlichen elektrischen Glocke, durch welchen der Kohärer K in Erschütterungen versetzt wird. Um die Wirkung des Unterbrechungsfunkens auf den Kohärer auszuschalten, wurde die Kontaktstelle mit einem Kästchen aus Eisenblech umgeben. Der Gang der Versuche war folgender. Zuerst wurde der Klöppel H in Bewegung gesetzt und darauf der Schalter bei S geschlossen. Das Galvanometer zeigte dann einen bestimmten Ausschlag, der durch die Summe der einzelnen Stromstösse hervorgerufen wurde, welche der Kohärer, solange die Kohärenz bestand, hindurch liess. Der Galvanometerausschlag gab so einen Mittelwert aus einer grossen Anzahl von Messungen. Die Angaben des Galvanometers wurden dann für verschiedene Spannungen abgelesen. In den folgenden Kurven sind die Ausschläge als Funktion der Spannung aufgetragen. Man erhält so Kurven, die ein Mass für die Empfindlichkeit des Kohärers sind.

Die untersuchten Kohärer bestanden aus Stahlelektroden und Nickelfeilen. Das Dielektrikum war einmal Paraffinöl, das andere Mal Luft. Bei beiden Kohärern war der Elektrodenabstand sorgfältigst unter dem Mikroskop ermittelt und möglichst genau gleichgemacht. Für jeden Kohärer wurde nicht nur eine Kurve, sondern im Abstande von 5 bis 10 Minuten mehrere Kurven aufgenommen. Sie sind entsprechend ihrer Reihenfolge numeriert. Sowohl für Luft wie für Paraffinöl zeigen die Kurven deutlich das Phänomen der Ermüdung. Bei dem Paraffinölkohärer ist Kurve IV nach 12 Stunden aufgenommen. Sie zeigt eine automatische Regeneration des Kohärers. Beim Luftkohärer wurde Kurve IV erhalten, nachdem

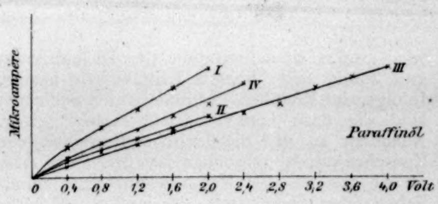

Fig. 2.

dieser vorsichtig geöffnet und dadurch frische Luft zugeführt worden war.

Durch diese Kurven ist zunächst eine Ermüdung des Kohärers nachgewiesen; dann, dass diese Ermüdung auch stattfindet, wenn die Kohärenz durch Gleichstrom hervorgerufen wird. Die anfangs citierte Schlussfolgerung von Herrn Robinson ist somit hinfällig. Ferner aber zeigen die Versuche, dass das Dielektrikum bei dem Zustandekommen der Kohärerwirkung und der Ermüdung eine wesentliche Rolle spielt, denn es ist im Falle des Paraffinölkohärers nicht anzunehmen, dass durch die zwölfstündige Ruhepause, ebensowenig wie im Falle des Luftkohärers durch die Zufuhr von frischer Luft, eine Abnahme der Oxydschicht stattgefunden habe. Auf welche Weise die Ermüdung und

1) Branly, C. R. **111**, 785, 1890; **112**, 90, 1891; Lum. electr. **40**, 301, 1891.
2) W. H. Eccles, Electr. **47**, 682, 715, 1901.

der regenerierende Einfluss zustande kommt, soll hier nicht entschieden werden, da das Versuchsmaterial nicht ausreichend erscheint, doch könnte sich eine Erklärungsmöglichkeit aus den Beobachtungen von Hertz[1]), Wolf[2]) und Kleiner[3]) ergeben. Hertz fand beim Benzin, dass sich seine ursprüngliche hohe Leitfähigkeit auf einen verschwindenden Betrag bringen liess, wenn es als Dielektrikum zwischen Kondensatorplatten gebracht wurde, die wiederholt geladen und entladen wurden. Das Gleiche beobachtete Kleiner am Paraffin. Wolf fand, dass die dielektrische Festigkeit von Gasen zunahm, nachdem eine Reihe von Entladungen sie passiert hatte. Abgesehen hiervon kann man die Funktion des Dielektrikums beim Kohärereffekt etwa folgendermassen darstellen: Die auffallenden elektrischen Wellen oder die an den Kohärerelektroden wirksamen konstanten Potentialdifferenzen, deren Grösse allmählich gesteigert

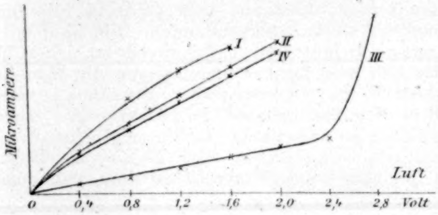

Fig. 3.

wird, rufen eine Ionisation des Dielektrikums und somit seine höhere Leitfähigkeit hervor. Infolge der Kleinheit der isolierenden Schichten sind die dazu nötigen Kräfte relativ gering. Nachdem so die dielektrische Festigkeit des Zwischenmittels gebrochen ist, findet ein Ausgleich der an den Kohärerelektroden befindlichen Spannungen statt, der infolge des dabei zu überwindenden und noch verhältnismässig grossen Widerstandes mechanische und thermische Wirkungen im Gefolge hat, die Oxydschicht durchbricht und die Teilchen aneinander schweisst.

Auf diese Weise dürften sich die beiden widersprechenden Theorien über die Vorgänge im Kohärer vereinigen lassen, denn es ist so durchaus nicht nötig, Schmelzwirkung und Bildung zusammenhängender Ketten dem Auftreten von Funken zuzuschreiben. In gewissem Sinne wird diese Theorie durch folgenden Versuch von Righi[4]) gestützt. In einem kugelförmigen Glasgefäss von etwa 5 cm Durchmesser, das evakuiert ist, stehen sich in einigen Zehnteln Millimetern Entfernung zwei Elektroden aus Platindraht gegenüber. An den Elektroden liegt eine Spannung, die eben nicht hinreicht, um eine Entladung hervorzurufen. Werden in der Nähe des Gefässes elektrische Wellen erregt, so tritt sofort Entladung ein. Besteht andererseits bereits die Entladung, so haben elektrische Wellen eine Erhöhung ihrer Leuchtkraft im Gefolge.

Rostock, Physik. Institut der Universität, den 9./VII. 1903.

(Eingegangen 12. Juli 1903.)

1) H. Hertz, Wied. Ann. **20**, 279, 1888.
2) M. Wolf, Wied. Ann. **37**, 306, 1889.
3) A. Kleiner, Arch. sc. phys. (3) **32**, 282, 1894.
4) A. Righi, Nuov. Cim. (4) **7**, 131, 1898; **8**, 44, 1898.

Über eine neue Art von Licht.[1])

Von R. Blondlot.

Die von einem Entladungsrohr ausgesandten Strahlen werden durch ein Aluminiumblättchen oder einen Schirm von schwarzem Papier filtriert, um die leuchtenden Strahlen zu eliminieren, von denen sie begleitet sein könnten. Indem ich jene Strahlen mit Hilfe ihrer Wirkung auf einen kleinen elektrischen Funken studierte, erkannte ich, dass sie schon von ihrem Ursprunge ab geradlinig polarisiert sind. Weiter konnte ich feststellen, dass ihre Polarisationsebene, wenn sie eine senkrecht zur geometrischen Hauptachse geschnittene Quarzlamelle oder ein Stück Zucker durchdringt, eine Drehung erleidet wie die Polarisationsebene eines Lichtbündels.[2])

Ich suchte dann die Frage zu beantworten, ob man auch eine Drehung der Polarisationsebene erhalten würde, wenn man die Strahlen des Entladungsrohres durch eine Glimmersäule von Reusch gehen liesse; und ich konstatierte in der That eine Drehung von 25° bis 30° in demselben Sinne wie beim polarisierten Licht. Diese Wirkung der Glimmersäule legte den Gedanken nahe, dass eine einzige Glimmerlamelle auch wirken müsse, und dass deren Wirkung die Depolarisation oder vielmehr die Erzeugung der elliptischen Polarisation sein müsse. Und das findet auch wirklich statt. Wenn man eine Glimmerlamelle so anbringt, dass ihre Achse einen Winkel von 45° mit der Wirkungsebene der vom Entladungsrohr ausgesandten Strahlung bildet, so zerstört dieselbe die geradlinige Polarisation; denn die Wirkung auf den kleinen Funken bleibt jetzt sichtlich dieselbe, welches auch das Azimut desselben sei. Legt man auf die erste Glimmerlamelle eine zweite identische so, dass beider Achsen senkrecht zu einander stehen, so zeigen die Strahlen nach dem Durchgange durch diese Kombination wieder geradlinige Polarisation. Dasselbe kann man durch

1) Comptes rendus **136**, 735ff., 1903.
2) Comptes rendus **136**, 284, 1903 und diese Ztschr. **4**, 435, 1903.

Anwendung eines Babinetschen Kompensators erreichen; also hat man es mit elliptischer Polarisation zu thun.

Wenn der Glimmer die geradlinige Polarisation in elliptische verwandelt, so muss er für die Strahlen, die er in dieser Weise umändert, doppelbrechend sein. Aber wenn die Doppelbrechung vorhanden ist, muss *a fortiori* auch die einfache Brechung existieren. Diese Überlegung veranlasste mich, zu untersuchen, ob ich nicht trotz aller vergeblichen Versuche über die Brechbarkeit der X-Strahlen eine Ablenkung durch ein Prisma erhalten könne. Ich stellte folgendes Experiment an: ein Entladungsrohr sendet durch einen Aluminiumschirm ein Strahlenbündel, welches durch zwei in 3 mm dicke Bleiplatten geschnittene, parallele, senkrechte Spalte begrenzt wird. Der kleine Funke wird seitlich von dem Strahlenbündel in solcher Entfernung aufgestellt, dass er selbst von dem Halbschatten der Strahlung nicht erreicht wird: man erkennt das daran, dass die Zwischenschaltung einer Bleiplatte den Funken nicht vermindert. Dann wird ein gleichseitiges Quarzprisma so in den Strahlenweg gesetzt, dass seine brechende Kante dem Funken abgewendet ist. Wenn dieses Prisma passend orientiert ist, so wird der Funke viel glänzender; nimmt man es weg, so wird er wieder schwach. Diese Erscheinung rührt sicher von Brechung der Strahlen durch das Prisma her; denn wenn man letzteres anders orientiert oder durch eine planparallele Quarzplatte ersetzt, erhält man keinen Effekt. Man kann dieses Experiment auch in folgender Weise anstellen: man lässt das Strahlenbündel direkt auf den kleinen elektrischen Funken fallen, dann lenkt man es mit Hilfe des Prisma ab, und wenn man nun durch seitliches Verschieben des Funkens das Strahlenbündel wieder sucht, so findet man es wie einen Lichtstrahl nach dem dicken Ende des Prisma abgelenkt.

Nachdem die Brechbarkeit nachgewiesen war, habe ich versucht, die Strahlen durch eine Quarzlinse zu konzentrieren. Das Experiment gelingt sehr leicht; man erhält das Bild der Antikathode, das an Grösse und Distanz ausserordentlich scharf bestimmt werden kann, mit Hilfe des Aufleuchtens des kleinen Funkens.

Die Existenz der Refraktion machte auch die der regulären Reflexion ausserordentlich wahrscheinlich. Sie ist in der That vorhanden. Ich erzeugte mit Hilfe einer Quarzlinse oder einer Linse, die aus einer sehr dünnen Hornschicht bestand, welche mit Terebenessenz gefüllt war, einen der Antikathode konjugierten Brennpunkt. Dann brachte ich eine schief gestellte polierte Glasplatte in das Strahlenbündel und erhielt jetzt einen anderen Brennpunkt, der zum ersten in Bezug auf die Glasplatte genau symmetrisch lag. Mit einer matten Glasplatte erhält man keine regelmässige, sondern diffuse Reflexion.

Wenn man die Hälfte einer Glasplatte matt macht, so hält dieselbe die Strahlung auf, die polierte Hälfte nicht.

Die Anwendung einer Linse erlaubt, die Experimente über die Brechung durch das Prisma unter viel genaueren Bedingungen zu wiederholen, indem man Newtons Anordnung benutzt, um ein reines Spektrum zu erhalten.

Aus dem Vorhergehenden folgt, dass die Strahlen, die ich hier studiert habe, keine Röntgenstrahlen sind; denn letztere erleiden weder Reflexion noch Brechung. Also zeigt der kleine elektrische Funke eine neue Art von Strahlen, die von der Entladungsröhre ausgesandt werden: diese Strahlen durchdringen Aluminium, schwarzes Papier, Holz etc.; sie sind von ihrem Entstehungspunkte ab geradlinig polarisiert, sind einer elliptischen Polarisation und der Drehung der Polarisationsebene fähig, werden gebrochen, reflektiert und zerstreut; aber sie erzeugen weder Fluoreszenz noch photographische Wirkung.

Ich habe unter diesen Strahlen einige zu erkennen geglaubt, deren Brechungsindex nahezu 2 ist; aber es existiert wahrscheinlich ein ganzes Spektrum; denn bei den Experimenten über Refraktion durch ein Prisma zeigt das abgelenkte Strahlenbündel eine beträchtliche Winkelausdehnung. Die Untersuchungen über diese Dispersion sowie über die Wellenlänge stehen noch aus.

Indem man nach und nach die Stärke des die Induktionsspule speisenden Stromes herabsetzt, erhält man die neuen Strahlen selbst dann noch, wenn keine Fluoreszenz des Entladungsrohres mehr vorhanden und letzteres in der Dunkelheit ganz unsichtbar geworden ist; allerdings sind die Strahlen dann schwächer. Man kann sie auch mit Hilfe einer Elektrisiermaschine von einigen Millimetern Funkenlänge erhalten.

Ich habe kürzlich den Röntgenstrahlen Polarisation zugeschrieben; dieselbe ist in Wirklichkeit den neuen Strahlen eigen. Es war unmöglich, vor der Beobachtung der Refraktion diese Verwechslung zu vermeiden; und erst nach der Beobachtung der Refraktion habe ich mit Bestimmtheit erkennen können, dass ich es nicht mit Röntgenstrahlen, sondern mit einer neuen Art von Licht zu thun hatte.

Es ist interessant, das Vorangehende mit der Meinung Herrn H. Becquerels zu vergleichen, dass, in gewissen Experimenten, Erscheinungen, die denen identisch sind, welche Brechung und totale Reflexion ergeben, auch durch leuchtende Strahlen erzeugt werden könnten, die durch Aluminium hindurchgegangen sind.[1])

1) Comptes rendus **132**, 739.

(Aus dem Französischen übersetzt von Th. Röseler.)

Über die Existenz von in der Auerflamme enthaltenen Strahlen, die Metalle, Holz etc. durchdringen.[1])

Von R. Blondlot.

Wie ich festgestellt habe, sendet ein Entladungsrohr dem Lichte analoge Strahlen aus, welche Metalle, Holz etc. durchdringen.[2]) Unter diesen Strahlen giebt es einige, deren Brechungsexponent für Quarz ungefähr 2 beträgt. Andererseits ist der Brechungsexponent des Quarzes für Reststrahlen des Steinsalzes (*KCl*), die von Herrn Rubens entdeckt sind, genau 2,18. Diese Ähnlichkeit der Brechungsexponenten hat den Gedanken nahe gelegt, dass die Strahlung, die ich in der Emission eines Entladungsrohres beobachtet habe, den Rubensstrahlen benachbart ist, und dass sie folglich auch wohl in der Auerflamme vorhanden sein könnte, welche die Rubens-Strahlung emittiert. Ich habe folgendes Experiment gemacht: ein Auerbrenner wird in eine Art von Eisenblechlaterne gesetzt, die allseitig geschlossen ist, mit Ausnahme von Öffnungen zum Abzuge der Verbrennungsgase und zum Eintritt der Luft, sodass kein Licht entweichen kann. Ein rechteckiges Fenster von 4 cm Breite und 6,5 cm Höhe, das sich in Höhe des leuchtenden Strumpfes befindet, ist durch ein ungefähr 0,1 mm dickes Aluminiumblatt geschlossen. Der Cylinder des Auerbrenners besteht aus Eisenblech; in demselben befindet sich ein 2 mm breiter und 3,5 cm hoher Spalt gegenüber dem leuchtenden Strumpf, sodass die von diesem ausgesandte Strahlung gerade auf das Aluminiumfenster fällt. Ausserhalb der Laterne stellt man vor dem Aluminiumfenster eine bikonvexe Quarzlinse auf, deren Brennweite für gelbes Licht 12 cm beträgt. Hinter dieser Linse befindet sich der kleine früher beschriebene Funke. Dieser Funke wird von einer ausserordentlich schwachen Induktionsspule erzeugt, die mit einem sehr regelmässig arbeitenden Unterbrecher ausgerüstet sein muss.

Wenn die Entfernung p zwischen Linse und Spalt 26,5 cm war, so konnte man mit Hilfe des kleinen Funkens in einer Entfernung $p' = 13{,}9$ cm einen scharf bestimmten Brennpunkt feststellen. In diesem Brennpunkte nimmt der Funke einen beträchtlich helleren Glanz an als in allen nachbarlich um ihn herumliegenden Punkten. Die Entfernung dieses Punktes von der Linse konnte auf 3 oder 4 mm genau bestimmt werden. Das Dazwischenschieben einer Blei- oder Glasplatte von 4 mm Dicke lässt die Wirkung auf den Funken verschwinden. Indem man die Strecke p beliebig verändert, erhält man andere Werte p'. Setzt man diese Werte in die Linsenformel ein, so ergiebt sich als Wert des Brechungsindex 2,93. Es ist dies ein Mittelwert aus mehreren Bestimmungen, die so gut übereinstimmen, als man es hier vom Grade der Genauigkeit dieser Beobachtungen erwarten konnte. Analoge Experimente mit einer anderen Quarzlinse, deren Brennweite für gelbes Licht 33 cm betrug, ergab als Brechungsexponent 2,942.

Im weiteren Verlaufe dieser Experimente habe ich die Existenz von drei anderen Strahlenarten konstatiert, für welche der Brechungsexponent des Quarzes die resp. Werte hat: 2,62; 2,436; 2,29. Alle diese Brechungsexponenten sind grösser als 2, wodurch folgende Erscheinung erklärt wird: setzt man in den Weg der von der Linse ausgehenden Strahlen ein Quarzprisma mit einem brechenden Winkel von 30^0 derart, dass die Strahlen normal auf eine der brechenden Flächen fallen, so erhält man kein gebrochenes Strahlenbündel.

Die von einem Auerbrenner ausgesandten Strahlen, die eine Aluminiumplatte durchdrungen haben, werden von einer matten Glasplatte diffus, von einer polierten nach dem Reflexionsgesetz reflektiert.

Diese Strahlen durchdringen mit Ausnahme des Steinsalzes alle Substanzen, deren Transparenz ich untersucht habe, wenn dieselben unter 3 mm dick sind. Auch Blei unterhalb einer Dicke von 0,2 mm, Platin unterhalb einer solchen von 0,4 mm und Wasser. Ein Blatt Cigarettenpapier, das im trockenen Zustande vollständig durchscheinend ist, wird absolut undurchsichtig, wenn es mit Wasser getränkt wird.

Von den Körpern, welche die in Rede stehenden Strahlen durchdrungen haben, führe ich folgende an: Stanniol, Kupfer- und Messingblättchen von 0,2 mm Dicke, Aluminium von 0,4 mm Dicke, eine Stahllamelle von 0,05 mm, Silber von 0,1 mm, ein Heft, das 21 Goldblättchen enthielt, eine Glasplatte von 0,1 mm, eine Glimmerplatte von 0,15 mm, isländischen Doppelspat von 4 mm Dicke, eine Paraffinplatte von 1 cm, ein Buchenbrett von 1 cm, eine schwarze Kautschukplatte von 1 mm Stärke etc. Flussspat ist unterhalb einer Stärke von 5 mm wenig durchlässig, ebenso Schwefel unterhalb 2 mm und Glas unterhalb 1 mm. Ich gebe diese Resultate nur als vorläufige Anzeige; denn es ist der Existenz der 4 Strahlenarten, die ja verschiedene Eigenschaften haben können, nicht Rechnung getragen worden.

Es wird von hohem Interesse sein, zu untersuchen, ob nicht andere Quellen, besonders die Sonne, analoge Strahlen aussenden, und auch, ob diese Strahlen keine Wärmewirkung haben.

1) Comptes rendus **136**, 1120, 1903.
2) Comptes rendus **136**, 735, 1903; diese Zeitschr. **4**, 596, 1903.

Sollen nun diese Strahlen als den Rubensstrahlen benachbart angesehen werden? Der gemeinsame Ursprung beider aus der Auerflamme ist dieser Meinung günstig, die Undurchlässigkeit des Steinsalzes und des Wassers ist es auch. Andererseits aber definiert der Umstand, dass gewisse Körper für Rubensstrahlen undurchlässig, für *N*-Strahlen durchlässig sind, aller Wahrscheinlichkeit nach zwei verschiedene Arten von Strahlen.

(Aus dem Französischen übersetzt von Th. Röseler.)

(Eingegangen 15. Juli 1903.)

Über neue Quellen von Strahlen, die fähig sind, Metalle, Holz etc. zu durchdringen, und über neue Wirkungen, welche diese Strahlen hervorbringen.[1])

Von R. Blondlot.

Indem ich untersuchte, ob Strahlen, analog den kürzlich von mir in dem Lichte eines Auerbrenners nachgewiesenen auch in anderen Licht- und Wärmequellen vorhanden seien, habe ich folgende Thatsachen festgestellt. Die Flamme eines ringförmigen Gasbrenners sendet solche Strahlen aus. Es ist indessen ratsam, den Lampencylinder der Absorption wegen abzunehmen. Ein Bunsenbrenner erzeugt diese Strahlung nicht nachweisbar. Lamellen von Eisen oder Silber, die mit Hilfe eines dahinter gestellten Bunsenbrenners bis zur eintretenden Rotglut erhitzt werden, liefern fast ebensoviel dieser Strahlung wie ein Auerbrenner.

Eine polierte Silberlamelle wurde so aufgestellt, dass sie einen Winkel von 45^0 mit der Horizontalebene bildete. Wenn diese Lamelle mit Hilfe eines Bunsenbrenners bis zur Rotglut erhitzt wurde, so sendete ihre obere Fläche Strahlen aus, die denen des Auerbrenners analog waren: nachdem ein horizontales Bündel dieser Strahlen zwei Aluminiumplättchen von einer Gesamtdicke von 0,3 mm oder Blättchen von schwarzem Papier etc. durchdrungen hatte, wurde es durch eine Quarzlinse konzentriert; mit Hilfe eines kleinen elektrischen Funkens konnte man jetzt vier Brennebenen nachweisen. Ich konstatierte ausserdem, dass die Wirkung auf den Funken viel stärker war, wenn derselbe vertikal orientiert war, d. h. in der Emissionsebene, als senkrecht zu derselben: die neuen durch die polierte Platte ausgesandten Strahlen sind also ebenso polarisiert wie die in derselben Zeit ausgesandten Licht- und Wärmestrahlen. Wurde die Silberlamelle mit Russ bedeckt, so vergrösserte sich die Intensität der Emission, aber die Polarisation verschwand.

Diese Beobachtungen legen den Gedanken nahe, dass solche Strahlen, die Metalle etc. durchdringen, eine sehr allgemeine Erscheinung sind, da sie sich auch in der Emission gewöhnlicher Licht- und Wärmequellen finden. Der Abkürzung halber werde ich diese Strahlen von jetzt ab mit dem Namen *N*-Strahlen bezeichnen (Anfangsbuchstabe von Nancy, in welcher Stadt diese Untersuchungen angestellt wurden). Ich möchte hervorheben, dass diese *N*-Strahlen eine grosse Mannigfaltigkeit von Strahlen umfassen: während der Brechungsindex bei den von einem Auerbrenner kommenden grösser als 2 ist, beträgt er bei einigen der von einer Crookesschen Röhre ausgehenden weniger als 1,52; denn wenn man ein Bündel dieser Strahlen unter senkrechter Incidenz auf eine der brechenden Flächen eines Quarzprismas fallen lässt, so erhält man hinter letzterem ein sehr ausgebreitetes Strahlenbündel. Bisher war der kleine elektrische Funke das einzige Mittel, die *N*-Strahlen nachzuweisen. Ich legte mir die Frage vor, ob der elektrische Funke hier als ein elektrisches Phänomen, oder ob er lediglich als das Leuchten einer kleinen Gasmasse betrachtet werden müsse. Wenn die letztere Annahme richtig war, müsste man den elektrischen Funken durch eine Flamme ersetzen können. Ich habe dann am Ende einer Röhre, die eine sehr feine Mündung hatte, eine sehr kleine Flamme erzeugt, die gänzlich blau war. Mit Hilfe derselben konnte ich dann die Gegenwart der *N*-Strahlen nachweisen: wenn die Flamme von *N*-Strahlen getroffen wird, leuchtet sie kräftiger und weisser. Das Ab- und Zunehmen dieses Leuchtens erlaubt, in den durch eine Quarzlinse gegangenen Strahlen vier Brennpunkte nachzuweisen. Diese vier Brennpunkte sind identisch mit denen, die durch den elektrischen Funken festgestellt wurden. Damit ist gezeigt, dass sich die kleine Flamme den *N*-Strahlen gegenüber so verhält wie der elektrische Funke, nur kann man durch dieselbe die Polarisation der Strahlen nicht nachweisen.

Um die Veränderung sowohl der Flamme als auch des Funkens leichter nachweisen zu können, beobachtete ich beide durch ein 25 bis 30 mm vor ihnen aufgestelltes Mattglas. Dadurch erhielt ich an Stelle des kleinen glänzenden Punktes einen viel schwächer leuchtenden Fleck von ungefähr 2 cm Durchmesser, dessen Intensitätsänderungen das Auge leichter bemerkt.

Die Wirkung eines leuchtenden Körpers auf eine Flamme ist sicher eine sehr allgemeine Erscheinung: wenn dieselbe bis jetzt unbemerkt geblieben ist, so ist der Grund dafür wohl der, dass das Licht der Quelle verhinderte, die Intensitätsschwankungen der empfangenden Flamme zu bemerken.

Kürzlich habe ich einen anderen Effekt der *N*-Strahlen konstatiert. Diese Strahlen sind

1) Comptes rendus 136, 1227, 1903.

zwar unfähig, in sonst als phosphoreszierend bekannten Körpern Phosphoreszenz zu erregen; aber wenn ein vorher durch gewöhnliches Licht phosphoreszierend gemachter Körper von *N*-Strahlen getroffen wird, so nimmt sein Phosphoreszenzlicht beträchtlich an Stärke zu, namentlich wenn es in den einen der Brennpunkte der Quarzlinse gebracht wird. Indessen ist weder der Beginn noch das Ende dieser Erscheinung augenblicklich. Von allen Wirkungen, welche die *N*-Strahlen hervorrufen, ist diese die am leichtesten nachzuweisende. Diese Eigenschaft der *N*-Strahlen ist analog der, welche die von Edmond Becquerel entdeckten roten und ultraroten Strahlen zeigen; sie ist auch analog der Wirkung der Wärmestrahlen auf die Phosphoreszenz; indessen habe ich bis jetzt nicht die schnellere Erschöpfung der Phosphoreszenz unter dem Einfluss der *N*-Strahlen beobachtet.

Die Verwandtschaft dieser *N*-Strahlen mit den Strahlen von grosser Wellenlänge scheint sicher zu sein. Ebenso sicher ist andererseits, dass die Fähigkeit dieser Strahlen, Metalle zu durchdringen, sie von allen bis jetzt bekannten Strahlen unterscheidet. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die *N*-Strahlen die fünf Strahlenoktaven umfassen, die zwischen den Rubensstrahlen und den elektromagnetischen Strahlen kürzester Wellenlänge liegen. Ich habe mir vorgenommen, das nachzuweisen.

(Aus dem Französischen übersetzt von Th. Röseler.)

(Eingegangen 15. Juli 1903.)

Über die Existenz von Sonnenstrahlen, die durch Metalle, Holz etc. hindurchgehen.[1])

Von R. Blondlot.

Ich habe kürzlich gezeigt, dass die meisten künstlichen Licht- und Wärmequellen Strahlen aussenden, die fähig sind, Metalle und eine grosse Anzahl von sonst undurchsichtigen Körpern zu durchdringen.[2]) Es war wichtig, zu untersuchen, ob solche Strahlen, die der Abkürzung wegen *N*-Strahlen genannt wurden, auch von der Sonne ausgesandt werden.

Wie ich gezeigt habe, wirken die *N*-Strahlen auf phosphoreszierende Körper so, dass sie die schon vorhandene Phosphoreszenz beträchtlich lebhafter machen, analog wie die roten und ultraroten Strahlen, die von Edmond Becquerel entdeckt worden sind. Diese Wirkung der *N*-Strahlen wurde benutzt, um ihre Existenz in der Sonnenstrahlung nachzuweisen.

Ein vollständig geschlossenes und dunkles Zimmer hat ein den Sonnenstrahlen ausgesetztes Fenster, das durch einen 15 mm dicken Laden von Eichenholz geschlossen ist. Im Innern des Zimmers befindet sich, ungefähr 1 m vom Laden entfernt, eine dünnwandige Glasröhre mit phosphoreszierender Substanz, die vorher schwach bestrahlt worden war. Wenn man jetzt eine dünne Bleiplatte oder nur die Hand in den Weg der Strahlen zwischen Fenster und Glasröhre bringt, in ganz beliebiger Entfernung von der letzteren, so sieht man die Phosphoreszenz geringer werden, während sie wieder stärker wird, sobald man das Hindernis entfernt hat. Ich hoffe, die Einfachheit dieses Experiments wird viele Leser veranlassen, es zu wiederholen. Die einzige hierbei zu beachtende Vorsicht ist die, dass man den phosphoreszierenden Körper vorher nur kurze Zeit dem Lichte aussetzt, damit seine Phosphoreszenz von vornherein nicht zu stark sei; es ist auch vorteilhaft, dauernd ein Blatt schwarzen Papiers so anzubringen, dass durch das Dazwischenbringen des Metallschirmes der Grund nicht verändert werde, auf welchem man die Glasröhre beobachtet. Die Intensitätsschwankungen des Leuchtens sind besonders leicht an den Konturen des leuchtenden Fleckes auf dem dunklen Hintergrunde zu erblicken: wenn man die *N*-Strahlen abblendet, verlieren diese Konturen an Schärfe, wenn man den Metallschirm wieder entfernt, gewinnen sie dieselbe wieder. Indessen scheinen diese Veränderungen nicht augenblicklich vor sich zu gehen. Wenn man zwischen Fensterladen und Glasröhre eine Eichenbohle von 3 cm Dicke oder mehrere Platten von Aluminium oder Karton einschiebt, so wird die Erscheinung nicht verhindert; folglich ist jede Möglichkeit einer Einwirkung der sogenannten strahlenden Wärme ausgeschlossen. Eine dünne Wasserschicht hingegen hält die *N*-Strahlen vollständig auf, und leichtes Gewölk, das vor der Sonne vorüberzieht, vermindert ihre Wirkung beträchtlich.

Die von der Sonne ausgesandten *N*-Strahlen können durch eine Quarzlinse konzentriert werden; mit Hilfe der phosphoreszierenden Substanz konstatiert man mehrere Brennpunkte, deren Lage ich allerdings noch nicht mit genügender Genauigkeit festgestellt habe. Die *N*-Strahlen der Sonne erleiden durch eine polierte Glasplatte eine regelmässige Reflexion und durch eine Mattglasplatte werden sie diffus zurückgeworfen.

Genau so wie die von einer Crookesschen Röhre oder einer Flamme oder einem leuchtenden Körper emittierten Strahlen wirken auch die von der Sonne ausgesandten auf einen elektrischen Funken oder eine kleine Flamme, indem sie deren Glanz erhöhen. Diese Erscheinungen sind sehr leicht zu beobachten, besonders, wenn man eine Mattglasplatte in der früher angegebenen Weise anwendet. Die Anwendung der kleinen Flamme ist bei weitem

1) Comptes rendus 136, 1421, 1903.
2) Comptes rendus 136, 1227, 1903; diese Zeitschr. 4, 600, 1903.

das bequemste und genaueste Verfahren, die Lage der Brennpunkte zu bestimmen; es ist schwerer, mit dem Funken zu operieren, weil derselbe selten regelmässig genug ist.

Es sei hier der Inhalt einer Stelle eines Briefes mitgeteilt, den Herr Gustave Le Bon so freundlich war, an mich zu schreiben.

Herr Gustave Le Bon hat vor sieben Jahren gezeigt, dass die Flammen ausser der von ihm seither konstatierten radioaktiven Emanation noch Strahlen von sehr grosser Wellenlänge aussenden, die fähig sind, Metalle etc. zu durchdringen. Er nannte diese Strahlen „schwarzes Licht". Aber ob er schon diesen Strahlen einen Platz zwischen dem Lichte und der Elektrizität anwies, so hatte er ihre Wellenlänge doch nicht exakt gemessen, und das Mittel ihres Nachweises war ausserdem sehr unsicher.

Dieses Mittel war die Photographie; ich selber habe keine photographische Wirkung der von mir untersuchten Strahlen nachweisen können.

(Aus dem Französischen übersetzt von Th. Röseler.)

(Eingegangen 15. Juli 1903.)

Bestimmung der Wellenlänge der N-Strahlen durch Beugung.[1])

Von G. Sagnac.

Es wird sich in dieser Note einzig um die von Herrn Blondlot entdeckten N-Strahlen handeln, welche von leuchtenden Körpern (Auerbrenner etc.) ausgesendet werden, durch Luft und Quarzlinsen gehen, in letzteren Brechung erleiden und sich an einem kleinen elektrischen Funken bemerkbar machen. Diese Strahlen sind ganz neu, da ihr Brechungsindex im Quarz nahezu 3 ist und sie andererseits vor der Quarzlinse befindliche Aluminiumblättchen durchdringen.

Ich werde zeigen, dass diese Strahlen in den Experimenten Herrn Blondlots an der Linsenöffnung Beugung erleiden, mit deren Hilfe man die Wellenlänge der N-Strahlen bestimmen kann.

1. Die vier Gruppen von N-Strahlen des Herrn Blondlot. — Herr Blondlot findet, dass eine bikonvexe Quarzlinse die N-Strahlen so bricht, dass sie von einem Spalt F_0 ein relles Bild F giebt, dessen Lage in allen Fällen dem Gesetz der konjugierten Brennpunkte genügt

$$\frac{1}{R_0}+\frac{1}{R}=(N-1)k=\frac{1}{\varphi} \qquad (1)$$

und er leitet daraus nach sehr sicherer Methode den Brechungsexponenten des Quarzes für diese N-Strahlen ab:

$$N=2{,}942.$$

1) Comptes rendus 136, 1435, 1903.

In Verlaufe seiner Versuche hat er die Existenz von drei anderen Bildern festgestellt, F_1, F_2, F_3, die auch auf der Achse der Linse liegen und das Hauptbild F immer begleiten. Er nimmt an, dass diese 3 Bilder durch Brechung von drei anderen Arten N-Strahlen entstehen, deren Brechungsexponenten dann sein würden:

$$n_1=2{,}62 \qquad n_2=2{,}436 \qquad n_3=2{,}29.$$

Danach ist leicht einzusehen, dass, wenn r die Entfernung des Mittelpunktes O der Linse von irgend einem der 3 Bilder F_1, F_2, F_3 ist, die 3 Brechungsexponenten der Beziehung zwischen konjugierten Brennpunkten, die ja durch Hypothese angenommen werden, genügen müssen:

$$\frac{1}{R_0}+\frac{1}{r}=(n-1)k. \qquad (2)$$

Aus den Gleichungen (1) und (2) ergiebt sich durch Subtraktion

$$\frac{1}{R}-\frac{1}{r}=(N-n)k.$$

2. Die letzten drei Arten der N-Strahlen haben nach meiner Meinung keine wirkliche Existenz. — Das Auftreten der drei Spaltbilder F_1, F_2, F_3 erklärt sich durch Beugung der Hauptstrahlung N, für welche der Brechungsexponent im Quarz N ist.

Wenn eine Linse von einem Punkte F_0 ein reelles Bild F giebt, so erzeugt sie zu gleicher Zeit durch Beugung an der Linsenöffnung längs der Achse eine Reihe von Intensitätsmaxima, die mit wachsender Entfernung von dem Brennpunkte F abnehmen. Nach meiner Meinung sind die drei Bilder F_1, F_2, F_3, die Herr Blondlot jenseits des Brennpunktes F beobachtet, nichts anderes als die ersten drei Beugungsmaxima. Ebenso müssen drei Beugungsmaxima auf der entgegengesetzten Seite des Brennpunktes F existieren, und Herr Blondlot muss sie beobachten können, falls nicht eine zufällige Komplikation es verhindert.

Wenn meine Erklärung richtig ist, so müssen r_1, r_2, r_3, die resp. Entferungen der drei Bilder F_1, F_2, F_3 vom Linsencentrum O, der durch die Beugungsgesetze geforderten Bedingung genügen, die ich in einer kürzlich veröffentlichten Überlegung auf folgende Form gebracht habe

$$\frac{N-n_1}{3}=\frac{N-n_2}{5}=\frac{N-n_3}{7}=\frac{\lambda}{ks^2},\ ^{1)}$$

wo $2s$ der Durchmesser der Linse ist.

Für die von Herrn Blondlot gefundenen Werte von N, n_1, n_2, n_3 ergiebt der Bruch $\frac{N-n}{h}$ resp. 0,107; 0,101; 0,093.

Diese Werte stimmen genügend überein; denn mit wachsendem r wird das Maximum

1) Société de Physique, 18. Mai 1903.

weniger stark und folglich weniger scharf und also auch die r mit wachsendem Index weniger genau zu bestimmen.

Die vorgeschlagene Theorie ist also richtig; und es ist somit erlaubt, die N-Strahlen als aus einer einzigen mehr oder weniger engen Spektralbande bestehend anzusehen, welche dem mittleren Brechungsexponenten $N=2,942$ und einer Wellenlänge λ entspricht, die ich jetzt berechnen will.

3. Die Wellenlänge der N-Strahlen in Luft. — Aus der Beziehung

$$\frac{N-n}{h}=0,10$$

folgt

$$\lambda=\frac{ks^2}{10}.$$

Da die Fokaldistanz φ_D der Quarzlinse 33 cm und der Brechungsindex für gelbes Licht $n_D=1,54$ ist, so hat man

$$\frac{1}{k}=(n_D-1)\,\varphi_D=0,54\cdot 33\ \text{cm}.$$

Herr Blondlot hat den Durchmesser $2s$ der Linse nicht angegeben. Er scheint ungefähr 4 cm gewesen zu sein. Mit dieser Zahl findet man

$$\lambda=0,2\ \text{mm}.$$

Dieser Wert ist fast das Vierfache der Wellenlänge 0,06 mm der längsten Rubensstrahlen. Man wird den Wert von λ auf $^1/_{10}$ genau haben, wenn man die Durchmesser $2s$ der Linse genau kennen wird.

(Aus dem Französischen übersetzt von Th. Röseler.)

(Eingegangen 15. Juli 1903.)

Über die Emanation des Phosphors.

Von A. Gockel.

Durch die Untersuchungen der Herren Elster und Geitel, Bloch und Harms scheint es mir sicher gestellt zu sein, dass die Leitfähigkeit der Phosphorluft nicht durch die in ihr suspendierten festen Oxydationsprodukte des Phosphors bedingt ist. Ob die Verbrennung des Phosphors Veranlassung giebt, dass in der umgebenden Luft Ionen entstehen, oder ob nur gewisse, sich dabei bildende gasförmige Produkte wie Ozon, vielleicht auch Phosphorwasserstoffe ionisiert sind, dürfte eine noch offene Frage sein. Zur Lösung derselben liess ich Phosphorluft durch verschiedene Absorptionsmittel passieren, und mass dann ihre Leitfähigkeit, indem ich sie vermittels der Wasserluftpumpe unter eine Glasglocke saugte, unter der ein Zerstreuungsapparat nach Elster und Geitel stand. Um Ladungen der Glaswand zu verhüten, war wie bei den Versuchen der genannten Herren der Zerstreuungsapparat mit einer Hülle von Drahtnetz umgeben. Die Ladung des Zerstreuungskörpers erfolgte vermittels einer durch den Hals der Glocke gehenden Sonde. Die absorbierende Lösung war teils in Waschflaschen enthalten, teils in U-Röhren von 20 cm Schenkellänge, die mit massiven Glasperlen gefüllt waren. Es wurden bei fast allen Versuchen drei mit demselben Mittel gefüllte Absorptionsflaschen resp. Röhren hintereinander geschaltet. Der Phosphor war in einem Glasröhrchen von etwa 5 mm Weite eingeschmolzen, dieses steckte seinerseits in dem Kork, der den Hals einer Oppodeldokflasche verschloss. Durch denselben Kork führten zwei Glasröhren, die eine endigte in der freien Luft, die andere stand mit den Absorptionsröhren in Verbindung. Schon Barus[1]) hat gezeigt, dass Kautschuk die von Phosphor ausgehenden Ionen in ziemlich starkem Masse absorbiert. Es wurden deshalb die zu verbindenden Glasröhren mit ihren Enden hart aneinander geschoben, und nur ein kurzes Stückchen zur Dichtung darüber gestreift. Da die Leitfähigkeit der Phosphorluft mit der Zeit rasch abnimmt, so wurde bei den meisten Versuchen die Luft in beständigem Strome durch die Glocke gesaugt, unter der der Zerstreuungsapparat stand. Vermittels eines Drahtes wurde die kleine Phosphorstange in dem Glasröhrchen so weit heruntergestossen, dass stets ein 1 cm langes Stück frei in die Flasche ragte. Die eingesaugte Luft strich also um die Phosphorstange herum, passierte dann die Absorptionsgefässe und zum Schlusse die Glasglocke. Ähnliche Versuche hat auch schon Bloch[1]) angestellt, doch lassen seine kurzen Angaben kein Urteil über die Wirksamkeit der einzelnen Absorptionsmittel zu.

Da auch beim Hindurchperlen der Luft durch Flüssigkeiten eine schwache Aktivierung der ersteren eintreten kann, so zog ich im allgemeinen die Verwendung von mit angefeuchteten Perlen gefüllten Röhren der von Waschflaschen vor, nur von Zeit zu Zeit wurde eine solche eingeschaltet, um vermittels der Beobachtung der Geschwindigkeit, mit der sich die Luftblasen folgten, die Stärke des hindurchgehenden Luftstromes zu kontrollieren. Die angewandten Absorptionsmittel waren: destilliertes Wasser, Kalilauge, Terpentinöl, verdünnte und konzentrierte Schwefelsäure, Lösungen von übermangansaurem Kali, Pyrogallussäure und Jodkalium. Wurde Zimmerluft durch den Apparat gesaugt, so betrug der Elektrizitätsverlust bei einer Ladung des Zerstreuungskörpers auf etwa 200 Volt, 15 Volt in der Zeit-

1) C. R. **135**, 1324, 1902.

einheit von 15 Minuten. Dieser Verlust stieg auf 170 bis 190 Volt, wenn die Phosphorluft in die Glasglocke gesaugt wurde, ohne dass sie ein Absorptionsmittel passierte.

Zunächst wurde der Einfluss der Entfernung des von der Phosphorluft mitgeführten Ozons auf die Ionenführung bestimmt. In der ersten der Jodkaliumlösung enthaltenden Röhren trat eine starke Gelbfärbung ein, aber schon in der zweiten Perlenachse war nur eine Spur von Gelbfärbung zu erkennen, und die dritte blieb vollständig farblos. Es können also nur noch chemisch nicht mehr nachweisbare Spuren von Ozon in die Glasglocke eingetreten sein, trotzdem betrug die Zerstreuung noch 35 Volt, die Ionenführung der Phosphorluft blieb also auch nach der Entfernung des Ozons noch mindestens 2 mal höher als die der Zimmerluft. Es erscheint mir auch sehr fraglich, ob der verschwundene Teil der Leitfähigkeit auf Rechnung des absorbierten Ozons zu setzen ist, da auch die anderen oben angeführten Flüssigkeiten, die Ozon in bedeutend geringerem Grade absorbieren, als dies Jodkaliumlösung thut, die Leitfähigkeit der Phosphorluft in ungefähr demselben Masse verringerten; nur Kalilauge wirkte kräftiger, die Vorschaltung von 3 Perlröhren genügte, um die Leitfähigkeit der Phosphorluft auf $^1/_3$ ihres ursprünglichen Wertes herabzusetzen. Dass es auch nicht vorwiegend der Sauerstoff ist, welcher ionisiert wird, zeigt der Umstand, dass die Pyrogallussäurelösung nicht anders wirkte als eine gegen Sauerstoff indifferente Lösung.

Es wurde des weiteren untersucht, ob Erhitzung imstande wäre, die Ionisierung der Phosphorluft zu zerstören. Zu diesem Zwecke wurde dieselbe durch ein 1 m langes und 8 mm weites Messingrohr geleitet. Solange dieses Rohr kalt war, betrug die Zerstreuung unter der Glocke 200 Volt in 15 Minuten, so dass das Elektrometer jeweils nach 5 Minuten abgelesen werden musste; wurde das Rohr durch 2 Bunsenbrenner bis zur schwachen Rotglut erhitzt, so fiel die Zerstreuung auf 130 Volt in derselben Zeit. Die erhaltenen Resultate erinnern einigermassen an die, welche Ebert und Ewers bei der Untersuchung der Bodenluft erhielten; auch deren Leitfähigkeit konnte durch Erhitzen auf Rotglut und verschiedene Absorptionsmittel vermindert, aber niemals ganz zerstört werden. Es lag also nahe, auch die Phosphorluft daraufhin zu untersuchen, ob sie eine Emanation mit sich führe, die imstande wäre, ruhende Luft zu ionisieren. Um die Phosphorluft der schon vorhandenen Ionen zu berauben, wurde sie durch einen Kondensator geleitet, der aus einem äusseren Messingrohr von 40 cm Länge und 3 cm Weite und einem inneren Cylinder von derselben Länge und 1 cm Durchmesser bestand. Der innere Cylinder war von dem Rohre durch Paraffinstückchen isoliert; er konnte vermittels eines, das äussere Rohr durchsetzenden, durch Paraffin ebenfalls gut isolierten Drahtes, mit einer Hochspannungsbatterie verbunden werden. Wurde Phosphorluft in langsamem Strome durch den zunächst nicht geladenen Kondensator gesaugt, so betrug die Zerstreuung unter der Glocke 70—80 Volt, sank aber, wenn im Kondensator ein Spannungsgefälle von etwa 500 Volt/cm hergestellt wurde, auf 30 Volt. Eine Erhöhung des Spannungsgefälles um ein Fünftel des angegebenen Wertes übte keinen wahrnehmbaren Einfluss auf die Verminderung des Zerstreuungsvermögens aus.

Wurde die Glasglocke mit Phosphorluft gefüllt, die durch den ungeladenen Kondensator gesaugt war, und dann abgeschlossen, so betrug die Zerstreuung unmittelbar nach dem Einfüllen 39 Volt in der Zeiteinheit von 15 Minuten, sank aber schon nach einer Stunde auf 9 Volt, das ist der Wert, den auch unter der Glasglocke abgeschlossene Zimmerluft gab. Derselbe Wert von nur 9 Volt wurde auch sofort nach dem Einfüllen der Phosphorluft erhalten, wenn diese den geladenen Kondensator passiert hatte. Der geringe Rest von Ionisation, der nach dem Passieren des Kondensators noch bleibt, verliert sich also rasch beim Stehen unter der Glasglocke. Eine radioaktive Emanation ist also in der Phosphorluft nicht enthalten; dass ihr beim Durchstreichen durch den geladenen Kondensator nicht der ganze Ionengehalt entzogen wird, beweist nur, dass die Beweglichkeit der in der Phosphorluft enthaltenen Ionen eine sehr geringe ist, ein Resultat, zu dem auch schon Bloch durch eine andere Versuchsanordnung gekommen war.

Herr Schmidt[1]) hat die Leitfähigkeit der Oxydationsprodukte von *Na* untersucht, indem er dieses Metall auf ein Schälchen brachte, das mit einem Braunschen Elektrometer verbunden war. Wurde das *Na* so weit erhitzt, dass es zu glimmen begann, so entlud sich das Elektrometer. Dieser Versuch veranlasste mich, zu untersuchen, ob nicht Kalium, das sich schon bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich rasch oxydiert, ebenfalls eine Ionisierung der Luft bewirkt. Zu diesem Zwecke wurde der messingene Schutzcylinder des Elster und Geitelschen Zerstreuungsapparates auch unten mit einem Boden versehen, der nur eine centrale Öffnung von 6 cm Durchmesser hatte. Dieser Boden wurde rasch mit frisch geschnittenen Kaliumstückchen belegt, die zum Teil durch die untere Öffnung eingeführt wurden, während

1) Ann. d. Ph. (IV) **10**, 724, 1903.

der Deckel des Cylinders geschlossen blieb. Eine Zunahme der Zerstreuung infolge der Einführung des Kaliums war nicht zu bemerken. Ebensowenig konnte eine solche beobachtet werden, wenn Kaliumstückchen direkt auf den Zerstreuungskörper gelegt wurden. Liess ich dagegen einen Tropfen Wasser auf das Kalium fallen, so dass es mit leuchtender Flamme und unter Rauchentwickelung brannte, so fielen die Blättchen des Elektroskops sehr rasch zusammen.

Aus allem scheint mir hervorzugehen, dass der Phosphor bei seiner Oxydation und ebenso *Ka* und *Na*, wenn sie unter Flammenbildung verbrennen, dieselbe Rolle wie die glühenden Kohlenteilchen in der Bunsenflamme spielen. Man wird Herrn Schmidt[1]) wohl recht geben müssen, wenn er sagt, dass bei der langsamen Oxydation an und für sich keine Ionen entstehen, und wenn er den Unterschied im elektrischen Verhalten des brennenden Schwefels und des brennenden Natriums dadurch erklärt, dass im ersten Falle sich nur gasförmige, im zweiten auch feste Oxydationsprodukte bilden; aber man braucht deshalb nicht anzunehmen, dass nun auch diese festen Oxydationsprodukte die Träger elektrischer Ladungen sind. Meines Erachtens bewirken diese festen Produkte nur in einer, im einzelnen noch nicht aufgeklärten Weise, die Ionisierung der sie umgebenden Gase.

1) l. c., S. 723.

Freiburg (Schweiz), Juli 1903.

(Eingegangen am 22. Juli 1903.)

Über die Emanation der Bodenluft.

Von A. Gockel.

Bald, nachdem die erste Veröffentlichung der Herren Elster und Geitel über die Radioaktivität der Bodenluft in dieser Zeitschrift erschienen war, untersuchte ich, ob auch in dem hiesigen Boden eine solche Emanation enthalten wäre. Teils stellte ich Messungen in Kellern an, teils brachte ich Bodenluft oder auch Erde direkt unter eine Glasglocke, unter der das Elektroskop mit dem Zerstreuungskörper stand. Niemals gelang es mir aber, Werte für die Leitfähigkeit der Luft zu erhalten, die nur annähernd denen gleichkamen, welche die Herren Elster und Geitel gemessen hatten. Da aus negativen Resultaten im allgemeinen weitere Schlüsse nicht gezogen werden können, so sah ich von der Veröffentlichung meiner Versuchsergebnisse vorläufig ab. Schon Elster und Geitel hatten die hohe Leitfähigkeit der Boden- und Höhlenluft an den verschiedensten Punkten nachgewiesen, nachdem nun auch noch die Herren Ebert und Ewers[1]) in München und Maier in Schaufling dasselbe gefunden, durfte ich wohl annehmen, dass die hohe Radioaktivität eine der Bodenluft allgemein zukommende Eigenschaft sei, und ich suchte nach dem Umstande, der mich hinderte, diese Eigenschaft auch hier zu erkennen. Nachdem aber nun neuerdings die Herren Elster und Geitel auch an anderen Orten nur eine sehr geringe Radioaktivität der Bodenluft gefunden, glaube ich, dass auch die Veröffentlichung meiner hiesigen Versuche von Wert ist. Der hiesige Boden wird gebildet durch Süsswassermolasse, die nur stellenweise von mehr oder minder thonhaltigem Diluvialgeschiebe bedeckt ist. Luft, die vermittels eines eingetriebenen Messingrohres dem Boden in einer Tiefe von etwa $1\frac{1}{2}$ m entnommen war, besass eine dreimal grössere Leitfähigkeit als Zimmerluft. Der anfangs kleine Wert stieg rasch nach dem Einfüllen unter der Glocke, hatte aber ganz im Gegensatz zu dem, was die Herrn Elster und Geitel beobachteten, schon nach etwa einer halben Stunde sein Maximum erreicht und sank dann wieder nur sehr langsam im Laufe des folgenden Tages. Dieses langsame Abklingen der einmal erlangten Leitfähigkeit scheint also eine Eigenschaft sowohl der stark als auch der schwach aktivierten Bodenluft zu sein. Weitere Versuche wurden im Keller unseres Universitätsgebäudes angestellt. Dieser Keller ist im wesentlichen ein 50 m langer, 2 m breiter, 1,9 m hoher Gang, dessen Boden 2,2 m unter dem Erdboden liegt. Ihn durchziehen die Röhren der Wasserleitung, der Warmwasserheizung und elektrische Leitungen. Die Messungen wurden am Ende des Ganges, 25 m vom Eingang entfernt, angestellt. Die beobachtete Zerstreuung war wenig grösser als in meinem geräumigen Laboratorium, aber bedeutend schwächer als in der freien Luft. Zu denselben Resultaten führten Messungen in einer in den Molassefelsen eingehauenen Höhle. Die Grösse $q = \frac{a_-}{a_+}$ war in dem Keller annähernd 1, in der Höhle dagegen nur 0,74. Ich habe dann ferner unter die Glasglocke, unter der das Elektroskop stand, eine sehr thonreiche Erde gebracht, die gelegentlich eines Neubaues aus einer Tiefe von etwa $1\frac{1}{2}$ m ausgehoben wurde. Nachdem dieselbe 6 Tage unter der Glocke gelegen, war noch keine wesentliche Erhöhung des Leitvermögens der eingeschlossenen Luft zu erkennen. Erde, die meinem Garten in geringer Tiefe entnommen war, gab dasselbe negative Resultat. Da Holzkohle ein hohes Absorptionsvermögen für Gase besitzt,

1) Diese Zeitschrift **4**, 162, 1902.

so suchte ich mir Bodenluft auch dadurch zu verschaffen, dass ich ausgeglühte Holzkohle, in einen dünnen Leinwandsack gehüllt, in den Boden grub. Als dieselbe, nachdem sie mindestens 24 Stunden in der Erde gelegen hatte, unter die Glasglocke gebracht wurde, zeigte die Luft ebenfalls keine Spur von Erhöhung des Leitvermögens. Vorsichtshalber hatte ich vorher schon geprüft, ob nicht ein Gas dadurch, dass es von Kohle absorbiert wird, ein höheres Leitvermögen erhält. Ausgeglühte Holzkohle wurde in einen grossen Exsikkator gebracht, auf dessen Boden eine Schale stand, die ein Gemisch von Ätzkalk und Salmiak enthielt. Die Kohle, der ausreichend Zeit gegeben war, sich mit Ammoniak zu sättigen, wurde sodann unter die Glasglocke gebracht; auch hierdurch konnte das Leitvermögen der unter der Glocke eingeschlossenen Zimmerluft nicht erhöht werden. Nachdem einmal nachgewiesen war, dass die Bodenluft etwas, wenn auch nicht viel stärker ionisiert ist als die atmosphärische, lag es nahe zu untersuchen, ob der Boden hier rein physikalisch wirkt, oder ob nur Luft, die der Erde als solcher entstammt, die erhöhte Leitfähigkeit besitzt. Gelegenheit, dieses zu untersuchen, bot die zum physikalischen Institut gehörige Terrasse. Dieselbe ist ungefähr 10 cm hoch mit Kies und Sand bedeckt. In die Sandschicht legte ich ein 150 cm langes Messingrohr, das längs einer Seite aufgeschnitten wurde. Der so entstandene Schlitz wurde mit einem Drahtgeflecht verschlossen. Das eine Ende des Rohres, das nach oben umgebogen war, wurde mit dem Gasometer verbunden, das andere Ende verschlossen. Die Bodenluft konnte also seitlich in das horizontal in den Sand gelegte Rohr eintreten. Dieselbe erwies sich aber nach dem Überfüllen in die Glasglocke als nicht radioaktiv. Ebensowenig war dies Luft, die einem Oleander-Kübel entnommen wurde.

Ich wünsche, dass diese Zeilen einem andern Beobachter, dessen Wohnort ebenfalls im Molassegebiet liegt, Veranlassung geben, auch die seinem Boden entstammende Luft auf ihre Ionisierung zu untersuchen.

Freiburg (Schweiz), Juli 1903.

(Eingegangen am 22. Juli 1903.)

Der Glimmstrom bei atmosphärischem Druck. Antwort auf die Bemerkung des Herrn Kaufmann.[1])

Von J. Stark.

In dieser Zeitschrift (**4**, 535, 1903) habe ich jüngst einige Messungen am Glimmstrom bei atmosphärischem Druck mitgeteilt. In einer Abhandlung über den gleichen Gegenstand hat Herr Kaufmann[1]) die wesentlichen Resultate meiner Messungen bestätigt. Die Abweichungen zwischen meinen und seinen Beobachtungen sucht er aus einer Ungenauigkeit meiner Messungen zu erklären.

Auf die Kritik des Herrn Kaufmann habe ich im allgemeinen folgendes zu erwidern. Soweit die fragliche Erscheinung überhaupt genaue Messungen zulässt, vermag ich keinen Grund zu finden, warum meine Messungen weniger genau wie diejenigen des Herrn Kaufmann sein sollten. Die Vermutungen, welche Herr Kaufmann nach dieser Richtung äussert, sind unrichtig; seine Ausführungen über den Kathodenfall an Platin in freier Luft sind irrtümlich; die Abweichungen seiner Beobachtungen von den meinigen sind in der Verschiedenheit der Versuchsbedingungen begründet; die von ihm aufgestellte Beziehung zwischen Elektrodenspannung und Stromstärke ist lediglich eine Interpolationsformel von eng begrenztem Geltbereich.

Im einzelnen möchte ich auf die Angriffe des Herrn Kaufmann noch folgendes bemerken.

Als Elektroden verwendet Herr Kaufmann Kupferdraht von 3 bezw. 1,5 mm Durchmesser; in einem Falle sind bei mir die Elektroden gebogene, 0,49 mm dicke Platindrähte, in einem anderen 0,82 mm dicke gerade Platinstifte. Herr Kaufmann bemerkt, dass bei meiner ersten Anordnung der Glimmstrom nicht immer die kürzeste Verbindungslinie zwischen den Elektroden wählt. Ich achtete indes bei meinen Messungen streng darauf, dass bei den Ablesungen der Messinstrumente diese Bedingung erfüllt war; eine kleine Abweichung von der Mittellinie machte sich sofort in dem Widerstand des Elektrodendrahtes bezw. in der ihn messenden Klemmspannung bemerkbar. Wenn Herr Kaufmann glaubt, dass bei seinen dicken Elektroden diese Abweichungen seltener seien, so irrt er sich; gerade bei kleinem Elektrodenabstand ist, wie ich fand, zwischen dicken abgerundeten Elektroden die Länge des Glimmstromes stark variabel.

Herr Kaufmann bedauert, dass ich nicht angegeben habe, wie ich den Nullabstand der Elektroden bestimmt habe, und teilt ausführlich mit, wie er ihn bestimmte. Ich habe ihn genau ebenso wie er bestimmt. Da ich dies Verfahren für selbstverständlich hielt, so glaubte ich davon schweigen zu können. Ferner glaubt er, vermuten zu dürfen, dass meine Elektroden nicht genau in einer Ebene lagen. Diese Vermutung ist falsch; ich habe selbstverständlich auf die Erfüllung dieser Bedingung geachtet. Herr Kaufmann glaubt mit diesen

1) Diese Zeitschrift **4**, 578, 1903.

1) W. Kaufmann, diese Zeitschrift **4**, 578, 1903.

Vermutungen erklären zu können, warum meine V, i-Kurven im Anfange falsch verlaufen, während die seinigen hier steil sind. Bei einigem Nachdenken findet man indes leicht die Ursache dieses Unterschiedes.

In meinen Beobachtungen war die Kathode dünn, sie nahm daher eine hohe Temperatur an, an der Ansatzstelle des Glimmstromes war sie rot- bis hellrotglühend. Infolge der Temperaturerhöhung sank die Gasdichte an der Kathode. Nun aber ist an der Kathode die Länge des Dunkelraumes und der negativen Glimmschicht lediglich abhängig von der Gasdichte[1]); beide wachsen, wenn bei konstantem Druck die Temperatur erhöht wird. Bei 7,5 mm Druck und 300° absoluter Temperatur ist der dunkle Kathodenraum etwa 1 mm lang, mehr als doppelt so lang ist die negative Glimmschicht. Beider Länge ist annähernd umgekehrt proportional dem Gasdruck, direkt proportional der absoluten Temperatur; bei 750 mm Druck und 1500° absoluter Temperatur ist darum der Dunkelraum 0,05 mm, die negative Glimmschicht 0,1 mm lang, beide zusammen sind 0,15 mm lang. Nun ist der auf dem Kathodendunkelraum und der negativen Glimmschicht liegende Spannungsabfall nur wenig grösser als der Kathodenfall; darum muss die Elektrodenspannung bei 750 mm Druck und 1500° absoluter Temperatur schon oberhalb 0,15 mm Elektrodenabstand nahezu gleich dem Kathodenfall sein, wie es in der That meine Beobachtungen ergeben.

Herrn Kaufmanns 3 mm dicke Kupferkathode konnte infolge von Abkühlung keine hohe Temperatur annehmen; infolgedessen waren an ihm Dunkelraum und negative Glimmschicht kurz, so dass der konstante Wert der Elektrodenspannung erst bei einem sehr viel kleineren Elektrodenabstand erreicht wurde.

Die Temperaturerhöhung an dünnen Kathoden scheint zunächst ein störender Nachteil zu sein, wie auch Herr Kaufmann hervorhebt. Indes kam es mir vor allem darauf an, zu zeigen, dass auch bei sehr kleinem Elektrodenabstand und bei atmosphärischem Druck die Elektrodenspannung des Glimmstromes nicht unter das durch den normalen Kathodenfall gegebene Minimum sinken kann. Dies lässt sich bei hoher Temperatur der Kathode leichter zeigen als bei niedriger. Ja in Wirklichkeit ist eine Temperaturerhöhung an den Elektroden, wie sie in meinen Messungen vorhanden war, gerade ein Vorteil gegenüber der Abkühlung an den Elektroden in Herrn Kaufmanns Messungen. Es lässt sich nämlich bei atmosphärischem Druck nicht verhindern, dass die Temperatur der positiven Lichtsäule beträchtlich hoch ist.[1]) Es ergiebt sich darum eine reinlichere Charakteristik des Glimmstromes, wenn man diese hohe Temperatur durch Anwendung dünner Elektroden auch an diesen hochhält, anstatt sie durch Abkühlung, wie es Herr Kaufmann thut, herabzudrücken und so eine starke Variation der Temperatur längs der Strombahn zu bewirken. Die Folgen dieser Abkühlung sind weiter unten näher besprochen. Zuvor sei aber ein Angriff des Herrn Kaufmann auf meine Angaben bezüglich der Elektrodenspannung bei kleinem Elektrodenabstand zurückgewiesen.

Herr Kaufmann teilt als Elektrodengefälle zwischen seinen Kupferelektroden 281 bis 311 Volt mit und fährt dann folgendermassen fort: „Herr Stark extrapoliert dagegen aus seinen nur bis zu einer kürzesten Entfernung von 0,15 mm durchgeführten Messungen ein Elektrodengefälle von 350 Volt. Da jedoch seine Messungen an Platinelektroden ausgeführt sind, — — so veranlasste ich Herrn Stuchtey, einige Messungen mit Platinelektroden — — auszuführen. Das Resultat war ein Elektrodengefälle von 290 bis 305 Volt. — Ich kann nur die Vermutung aussprechen, dass die Unempfindlichkeit des wahrscheinlich benutzten Braunschen Elektrometers die Veranlassung dieser Differenz ist. Ein Vergleich mit der Warburgschen Zahl: Kathodengefälle = 340 Volt, wie ihn Herr Stark ausführt, scheint mir deshalb nicht viel für die Genauigkeit seiner Messungen zu besagen, weil diese Zahl sich auf trocknen und annähernd reinen Stickstoff bezieht, und auch für diesen nur eine untere Grenze bedeutet. Für schwach feuchten Stickstoff findet Herr Warburg 260 Volt und für trocknen 340 bis 410. Man kann also, wenn man in freier Luft misst, nicht viel mehr, als eine Übereinstimmung in der Grössenordnung mit diesen Zahlen verlangen".

Die vorstehenden Ausführungen des Herrn Kaufmann sind eine Reihe fast ununterbrochener Irrtümer und Ungenauigkeiten. Erstens habe ich die Elektrodenspannungen unter 400 Volt nicht mit einem Braunschen, sondern mit einem vorzüglichen Thomsonschen multizellularen Elektrometer bestimmt, das bei 350 Volt noch 2 Volt genau abzulesen gestattet. Und ich möchte hinzufügen, dass ich auch mittels eines Telephons die Stetigkeit des Stromes kontrollierte; bei Unstetigkeit, die gerade bei kleinem Elektrodenabstand leicht auftritt, ergiebt das Elektrometer einen zu kleinen Mittelwert der Elektrodenspannung. Zweitens liest Herr Kaufmann aus meiner Mitteilung Dinge heraus, die gar nicht darin enthalten sind.

1) J. Stark, Ann. d. Phys. **8**, 829, 1902; **12**, 24, 1903.

1) M. Töpler, Abh. d. naturw. Ges. Isis in Dresden 1898, Heft I, S. 7.

Von einer Extrapolation meinerseits kann gar nicht die Rede sein. Ich habe lediglich behauptet, dass bei kleinem Elektrodenabstand die Elektrodenspannung unabhängig von jenem wird; dies zeigen die mitgeteilten Messungen ohne Extrapolation; zudem habe ich das gleiche für noch kleinere Elektrodenabstände beobachtet; da diese nicht mehr genau zu bestimmen waren, so habe ich auf ihre Mitteilung verzichtet. Auch habe ich das Minimum der Elektrodenspannung von 350 Volt nicht mit der „Warburgschen Zahl" verglichen, wie Herr Kaufmann behauptet; sondern ich habe lediglich auf die von mir vertretene Ionenstosstheorie verwiesen. Endlich citiert Herr Kaufmann auch Warburg falsch, zu seinen Gunsten und zu meinen Ungunsten. In der von ihm citierten Stelle[1]) rekapituliert Warburg lediglich den Inhalt einer früheren Abhandlung[2]), in welcher er mit nicht ganz sauerstofffreiem Stickstoff gearbeitet hat. In der neuen Untersuchung findet Herr Warburg als normalen Kathodenfall in reinem Stickstoff an Platin 232 Volt. Das ist die richtige Warburgsche Zahl, nicht wie Herr Kaufmann behauptet, 340 Volt. Ich habe nun in freier Luft gearbeitet und, ohne auf Warburgs Messungen Bezug zu nehmen, als Minimum der Elektrodenspannung an Platin 350 Volt gefunden. Wenn ich nachträglich Warburgs Messungen zum Vergleich heranziehe, so fällt dieser zu meinen Gunsten, zu Ungunsten des Herrn Kaufmann aus. Warburg schreibt nämlich Wied. Ann. **31**, 559, 1887: „Atmosphärische, von CO_2 befreite Luft verhält sich in dieser Beziehung wie N: bei schwacher Durchfeuchtung — — wurde das Kathodengefälle hier bei 1,1 mm Druck zu 340—350, nach dem Trocknen durch Phosphorsäureanhydrid zu 388 Volt gefunden."

Herrn Kaufmanns V, l-Kurven sind ein wenig nach oben zu konvex, die meinigen verlaufen für grössere Elektrodenabstände geradlinig. Herr Kaufmann findet, dass das Spannungsgefälle in der positiven Lichtsäule $\left(\frac{\partial V}{\partial l}\right)$ in seinen Messungen ungefähr der Wurzel aus der Stromstärke umgekehrt proportional ist, und dass meine Messungen diesem „Gesetz" sich nicht einordnen lassen. Er sieht die Ursache dieses Unterschiedes mit Recht in der verschiedenen Temperatur der Elektroden. Er fährt dann folgendermassen fort. „Leider ist es ganz unmöglich, aus den Angaben Herrn Starks über die wirkliche Elektrodentemperatur in den einzelnen Fällen irgend einen bestimmten Schluss zu ziehen, da die angegebenen Zahlen nur Mitteltemperaturen darstellen sollen. Mit einer Mitteltemperatur aber ist, wenn die Extremwerte von Zimmertemperatur bis zur Hellrotglut reichen, wenig oder gar nichts anzufangen."

1) E. Warburg, Wied. Ann. **40**, 1, 1890.
2) E. Warburg, Wied. Ann. **31**, 545, 1887.

Die Messung der Mitteltemperatur der Elektroden liefert wenigstens die Resultate, dass die Temperatur der Kathode grösser als diejenige der Anode ist, dass die Elektrodentemperatur mit steigender Stromstärke bei konstantem Elektrodenabstand zunimmt, dass sie bei konstanter Stromstärke mit wachsendem Elektrodenabstand ebenfalls zunimmt.[1]). Und gerade dieses letzte Resultat enthält eine schwache Seite der Messungen des Herrn Kaufmann. Er wird kaum behaupten, dass bei Anwendung dicker Kathoden die Temperatur der Elektroden an den Ansatzstellen des Glimmstromes oder gar in dessen positiver Lichtsäule durch Abkühlung auf Zimmertemperatur gehalten werden. Insofern sind also Herrn Kaufmanns Messungen hinsichtlich der Temperatur mindestens ebenso unbestimmt als die meinigen. Ausserdem aber ist in Herrn Kaufmanns Messungen die Temperatur in der Bahn des Glimmstromes mit dem Elektrodenabstand stärker variabel als in meinen Messungen.

Die Zunahme der Elektrodentemperatur mit wachsendem Elektrodenabstand beweist nämlich, dass nicht das Innere der Strombahn von den Elektroden her erwärmt wird, wie Herr Kaufmann grundlos vermutet, sondern dass vielmehr das Umgekehrte der Fall ist. Dies trifft schon für meine dünnen, weniger abkühlenden Elektroden zu, noch mehr für Herrn Kaufmanns dicke, stark abkühlende Kupferelektroden.

Durch die Elektrode kühlt sich also das durchströmte Gas ab und zwar um so mehr, je dicker die Elektroden sind; ein Teil der Strombahn besitzt um so niedrigere Temperatur, je näher er einer Elektrode ist. Die Temperatur des mittleren Teiles des Glimmstromes ist daher bei konstanter Stromstärke und variablem Elektrodenabstand nicht konstant, sondern sie wächst mit diesem und zwar um so stärker, je niedriger die Temperatur der Elektroden ist. Mit dieser Zunahme der Temperatur geht eine Abnahme des Spannungsgefälles Hand in Hand. Dies ist der Grund, warum bei den dicken, stark abkühlenden Elektroden des Herrn Kaufmann die V, l-Kurven ein wenig nach oben konvex sind, während die meinigen infolge geringerer Abkühlung durch die Elektroden und damit grösserer Konstanz der Temperatur im Gasinneren nahezu geradlinig sind.

1) In einer für die Annalen der Physik im Druck befindlichen Abhandlung wird dieses Resultat durch einige Zahlenreihen belegt.

Das Spannungsgefälle $\frac{\partial V}{\partial l}$ in der positiven Lichtsäule des Glimmstromes ist eine Funktion der Stromdichte j, des Gasdruckes p und der absoluten Temperatur T; es ist $\frac{\partial V}{\partial l} = f(j, p, T)$. Stellt man $\frac{\partial V}{\partial l}$ als Funktion der Stromstärke i dar, so treten in dieser p und T als Parameter auf. Eine Relation zwischen $\frac{\partial V}{\partial l}$ und j für Messungen, in welchen der Parameter T variabel war, kann lediglich eine nur für den speziellen Fall gültige Interpolationsformel sein. Dies trifft für das von Herrn Kaufmann aufgestellte Gesetz zu. Eine solche Interpolationsformel kann nicht den Anspruch erheben, auf Messungen angewendet zu werden, in denen der Parameter T grössere Konstanz besass.

Herr Kaufmann teilt am Schlusse seiner Abhandlung scheinbar als neu mit, dass am Glimmstrom in freier Luft innerhalb eines Intervalles kleiner Stromstärke eine dunkle Schicht im positiven Licht sich zeigte, „deren Abstand von der Kathode bei Änderung des Elektrodenabstandes konstant blieb.“ Unter der Voraussetzung, dass Herr Kaufmann nicht den dunklen Trennungsraum zwischen Glimmschicht und positiver Lichtsäule mit einer dunklen positiven Schicht verwechselt hat, sei darauf verwiesen, dass bereits M. Töpler[1]) eine Schichtung des Glimmstromes in freier Luft ausführlich beschrieben hat.

1) M. Töpler, Abh. d. naturw. Ges. Isis in Dresden 1898. Heft I; Wied. Ann. **66**, 660, 1898.

Göttingen, Ende Juli 1903.

(Eingegangen 4. August 1903.)

REFERATE.

Elektrotechnik.
Besorgt von Prof. Dr. **H. Th. Simon.**

J. A. Fleming, Eine neue Form des magnetischen Detektors für Hertzsche Wellen, zu quantitativen Messungen geeignet. London. Proceedings of the Royal Society LXXI, Nr. 474, S. 398.

Der Apparat beruht wie die älteren von Rutherford und Marconi auf der Fähigkeit elektrischer Oszillationen, Eisen oder Stahl zu entmagnetisieren. Er ist folgendermassen konstruiert. In einem Pappcylinder von etwa 15 cm Länge und 2 cm Durchmesser befinden sich 7 bis 8 Eisendrahtbündel, die aus je 8 mit Paraffin oder Schellack überzogenen Drähten bestehen. Jedes Bündel ist zunächst mit einer Lage umsponnenen Kupferdrahtes umwickelt, der Magnetisierungsspule. Darüber befindet sich, durch Guttaperchapapier isoliert, die aus ebenfalls einer Lage bestehende Demagnetisierungsspule. Die Magnetisierungsspulen sind hintereinander so verbunden, dass die zusammenliegenden Enden der Eisendrahtbündel bei der Magnetisierung gleiche Pole werden. Die Demagnetisierungsspulen sind parallel geschaltet und mit Auffangdraht bezw. Erde verbunden. Auf dem Pappcylinder sitzt die „Sekundärspule“, bestehend aus 6 Teilspulen von je etwa 6000 Windungen; ihr Gesamtwiderstand beträgt etwa 6000 Ohm. Zu diesem Apparat gehört noch ein folgendermassen konstruierter rotierender Stromöffner bezw. -Schliesser: Auf einer Stahlachse, die mittels eines Elektromotors mit etwa 500 Touren in der Minute rotiert, befinden sich 4 Hartgummischeiben. Ihre Peripherien sind mit Kupferblechstreifen belegt, die einen bestimmten Bruchteil des Umfanges einnehmen, bei der ersten Scheibe 95^0, bei der zweiten und dritten 135^0 und bei der vierten 140^0. Schleifbürsten stellen die Kontakte her. Die Aufgabe der ersten Scheibe ist, den Magnetisierungsstrom zu schliessen und zu öffnen, die Aufgabe der zweiten und dritten ist, während der Magnetisierungszeit die Sekundärspule kurz zu schliessen. Dies ist jedenfalls deshalb notwendig, weil beim Öffnen des Magnetisierungsstromes in der offenen Sekundärspule oszillierende Ströme entstehen, die wieder teilweise entmagnetisierend wirken können. Der Streifen auf der vierten Scheibe hat den Zweck, einen Kreis, bestehend aus der Sekundärspule und einem empfindlichen Galvanometer, zu schliessen, und zwar in der Zeit, während der durch Scheibe zwei und drei gebildete Kurzschluss unterbrochen ist.

Bei jeder Umdrehung der Scheiben werden also zunächst die Eisendrahtbündel bei geöffnetem Galvanometerkreise magnetisiert. Dann wird der Galvanometerkreis geschlossen. Treffen nun Hertzsche Wellen auf den Apparat, so wird das Eisen zum Teil entmagnetisiert, in der Sekundärspule werden entsprechende Ströme induziert, das Galvanometer erfährt einen Ausschlag. Bei länger andauernden Oszillationen stellt sich nun das Galvanometer fest ein, und

zwar ist die Grösse des Ausschlages unter sonst gleichen Bedingungen der Intensität der auftreffenden Wellen proportional. Benutzt man z. B. zur Erzeugung der Wellen einen Hertzschen Sender, so erhält man einen weit grösseren Galvanometerausschlag, wenn die Kugeln der Funkenstrecke frisch poliert, als wenn sie leicht mit Öl bestrichen sind. Annäherung oder Entfernung von Sender und Empfänger sind ebenfalls von entsprechenden Galvanometerausschlägen begleitet. Die Durchlässigkeit verschiedener Substanzen für Hertzsche Wellen wird sich mit diesem Apparat quantitativ leicht bestimmen lassen. M. Reich.

(Eingegangen 23. Juni 1903.)

BESPRECHUNGEN.

A. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2. Auflage. Vierter Band, erste Hälfte. Elektrizität und Magnetismus I. 384 S. Leipzig, J. A. Barth. 1903. M. 12.—.

Wenn bereits 7 Jahre nach der Vollendung der ersten Auflage eine Neubearbeitung des bekannten Handbuches erfolgt, so ist dies wohl der beste Beweis dafür, dass hier ein wirkliches Bedürfnis erfüllt wird, und dass das Handbuch ein unentbehrliches Nachschlagewerk für jeden Physiker geworden ist. Es ist mit Freuden zu begrüssen, dass von der Neuauflage gerade der Band über Elektrizität zuerst erscheint, da gerade hier die Fülle der neuen Litteratur am grössten ist. Da in dem vorliegenden Halbbande die Litteratur überall mindestens bis zur ersten Hälfte d. J. 1902 berücksichtigt ist, so ist die Arbeitsersparung für den Besitzer des Bandes, wenn er sich über irgend ein Gebiet der Elektrizitätslehre informieren will, eine ganz gewaltige.

Die Anordnung des Stoffes ist, abgesehen von einigen zweckmässigen Umstellungen mehrerer Paragraphen, ziemlich dieselbe geblieben, doch ist der Umfang vielfach sehr erweitert; so sind den dielektrischen Erscheinungen jetzt 95 S. (früher 40) gewidmet. Ebenso umfasst die „Leitung in Metallen" jetzt 42, früher 18 S. Namentlich die Tabellen sind sehr stark erweitert. Man kann also im ganzen wohl sagen, dass den neueren experimentellen Forschungsresultaten in ausreichender Weise Rechnung getragen ist.

Anders steht es dagegen leider bezüglich der theoretischen Grundlagen: Wenn auch die Verteilung der Arbeit auf mehrere Mitarbeiter eine gewisse Einseitigkeit der Darstellung in den Spezialkapiteln notwendig zur Folge hat, so ist es doch wohl nicht angängig, wenn wichtige theoretische Bewegungen wie z. B. die Elektronentheorie einfach unerwähnt bleiben, weil sie vielleicht in das Gebiet eines besonderen Mitarbeiters fallen (ich nehme wenigstens an, dass in der zweiten Hälfte des Bandes das Versäumte in einem besonderen Abschnitt nachgeholt wird). Wenn es also S. 84 heisst: „Obwohl die oben dargestellte (Mosotti-Clausiussche) Theorie die Faradaysche Grunderscheinung . . . . . richtig darstellt, ist sie doch jetzt im wesentlichen zu Gunsten der Maxwellschen Theorie verlassen . . . .", so entspricht das „jetzt" wohl kaum den Thatsachen. Hier müsste die Theorie von H. A. Lorentz, die doch schliesslich eine Zusammenschweissung der Clausiusschen und der Maxwellschen Gedanken darstellt, nicht nur erwähnt, sondern auch in ihrer weiteren Bedeutung für die Theorie der Dielektrika erläutert werden. Dass ihr Ausgangspunkt bei Lorentz in optischen Erscheinungen beruhte, ist hierfür ganz gleichgültig. Ebenso scheint es kaum mehr zeitgemäss, die Konstante der Mosotti-Clausiusschen Gleichung, wie S. 148 geschieht, mit der Raumerfüllung der Atome in Verbindung zu bringen, statt mit ihrem elektrischen Moment, entsprechend den Lorentzschen Anschauungen.

Auch bei Besprechung des Wiedemann-Franzschen Gesetzes (S. 380) hätte die von Drude aus der Elektronentheorie der Metalle abgeleitete Formel für die Konstante und ihre numerische Auswertung durch Reinganum wenigstens durch einen Hinweis auf etwaige spätere Kapitel erwähnt werden dürfen.

Ebenfalls nicht ganz dem modernen Zustand der Dinge entsprechend scheint dem Referenten die Besprechung elektrischer Messapparate und Messmethoden. Es hiesse Vogelstrausspolitik treiben, wollte man den ungeheuren Einfluss, den die Entwickelung der Elektrotechnik des letzten Jahrzehntes auf die elektrischen Messungen in wissenschaftlichen Laboratorien ausgeübt hat, verleugnen. Sieht man aber im vorliegenden Bande der Tangentenbussole, die doch als Laboratoriumsinstrument kaum mehr in Betracht kommt, 12 Seiten gewidmet, mit genauer Berechnung der günstigsten Anordnungen, des Empfindlichkeitsmaximums bei 45° u. s. w., während dem Torsionsgalvanometer, wohl dem ersten brauchbaren Instrument mit direkter Ablesung in absolutem Masse, knapp $^1/_2$ Seite, den Präzisionsinstrumenten von Siemens & Halske, Weston u. s. w. überhaupt

nur ein Citat (307) gewidmet ist, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass der Verfasser den „klassischen" Apparaten, Methoden und Formeln zuliebe die Ergebnisse der technischen Entwickelung etwas zu gering einschätzt. Es entspricht doch wohl schwerlich den Thatsachen, wenn S. 306 gesagt wird, dass die Genauigkeit der technischen Strommesser meist nur 1 Proz. beträgt. Dies mag für die Weicheiseninstrumente zutreffen, für die nach dem d'Arsonval-Typus gebauten Präzisionsinstrumente sicherlich nicht. Ebenso muss es merkwürdig berühren, wenn man den Kompensationsapparat, augenblicklich wohl in Verbindung mit dem Normalelement das wichtigste Eichinstrument zur absoluten Eichung von Strom- und Spannungsmessern[1]), vergeblich sucht und ihn schliesslich S. 328 unter den Instrumenten „zur Messung von Widerständen" angeführt findet. Gewiss, man kann Widerstände damit messen, aber wer thut es? Die Wheatstonesche Brücke macht es genauer.

Es sei endlich noch auf eine nicht sehr angenehme typographische Eigentümlichkeit hingewiesen, die schon in der alten Auflage störte, und vielleicht in den folgenden Bänden noch beseitigt werden kann: Ich meine den Gebrauch eines Punktes in mittlerer Zeilenhöhe statt des Dezimalkommas; da der Punkt auf der Zeile als Multiplikationszeichen dient, so entsteht dadurch in den Tabellen eine wenig übersichtliche Darstellung; man sehe z. B. die Tabelle S. 346: Da steht in der ersten Zeile: $59 \cdot 7 . 10^4$; man muss immer erst nachdenken, was die einzelnen Punkte bedeuten.

Dient gar derselbe Punkt auch noch als Trennungszeichen verschiedener Zahlen, so ist eine Entwirrung kaum mehr möglich; so stehen z. B. S. 347, unten als Leitfähigkeiten eines Kupferstabes die Angaben:

20.98.21.86.22.75.23.83.25.33.22.39.26.18.24.25.

Man versuche einmal aus der Mitte dieser Tabelle heraus eine Zahl zu greifen, ohne erst durch Abzählen vom Anfang an festzustellen, was Dezimal- und was Trennungspunkt ist. Ich glaube, die Verlagshandlung würde sich den Dank namentlich der mit weniger guten Augen ausgerüsteten Leser erwerben, wenn sie das Dezimalkomma wieder in seine alten Rechte einsetzte.

W. Kaufmann.

1) Wer benutzt dazu heute noch die Tangentenbussole, nachdem die jahrelange Arbeit der Reichsanstalt die Reproduzierbarkeit der Spannungs- und Widerstandsnormalien mit einer Genauigkeit gewährleistet, die die mit der Tangentenbussole in einem beliebigen Laboratorium ohne übergrossen Zeitaufwand erreichbare bei weitem übertrifft?

(Eingegangen 27. Mai 1903.)

G. D. Aspinall Parr, Practical Electrical Testing in Physics and Electrical Engineering. London, Longmans, Green & Cie. 1901. 392 Seiten.

Das für angehende Studierende der Physik und der Elektrotechnik geschriebene Praktikumsbuch enthält 120 elektrische und magnetische Messungen, welche weniger rein technischen Zwecken dienen als in die Lehraufgabe der physikalischen Laboratorien fallen und bei uns in Deutschland in der That auch fast alle in diesen ausgeführt werden. Namentlich findet sich in dem Buche keinerlei Messung an Maschinen, abgesehen von der Aufgabe, die Streuung an einer Dynamo mittels Feilichtbildes zu untersuchen.

Es werden die zumeist auch bei uns üblichen Methoden zur Bestimmung von magnetischen Feldstärken (S. 1—24), Widerständen (S. 24—38), elektromotorischen Kräften (S. 38—104), und Eichung von Galvanometern — namentlich für schwache Ströme — (S. 104—123) sowie gesondert die Bestimmung der Leitfähigkeit von Elektrolyten (S. 124—131) behandelt; recht gut und eingehend sind das ballistische Galvanometer (S. 131—141), die Aufgaben über Permeabilität, Hysteresis (S. 141—166), Kapazitätsmessungen (S. 166—193) und die Ermittelung von Selbstinduktions- und gegenseitigem Induktionskoeffizienten (S. 193—219) wiedergegeben. Bei allen Aufgaben sind an der Spitze die nötigen Hilfsgegenstände verzeichnet, die einzelnen Manipulationen der Reihe nach aufgezählt und am Schlusse Schemata für die Aufzeichnungen angefügt.

Die Ableitung der in den Aufgaben verwandten Beziehungen ist in einem besonderen Abschnitte gegeben (S. 219—256); die Instrumente sind im Haupttext nur schematisch dargestellt, die genauere Ansicht derselben mit detaillierter Beschreibung findet sich im Schlussabschnitt in autotypischer Reproduktion.

Die Aufgaben sind zum Teil sehr einfacher Natur und bezwecken nicht nur die Messung einzelner Grössen, sondern enthalten mehrfach eine Prüfung der Grundgesetze, um den Schüler mit diesen vertraut zu machen, ehe zu ihrer Anwendung übergegangen wird; es ist dies eine in England sehr häufig befolgte Methode. Ein besonderes Interesse gewinnt Parrs Buch dadurch, dass es sich an den Lehrgang des Central Technical College of the City and Guilds of London anschliesst, den der Verfasser, jetzt Leiter der elektrotechnischen Abteilung am Yorkshire College Leeds, auch an dieser Anstalt eingeführt hat.

K. T. Fischer.

(Eingegangen 30. Mai 1903.)

Emil Baur, Chemische Kosmographie. Vorlesungen gehalten an der Kgl. Technischen Hochschule zu München 1902/1903. 228 S. m. Abb. München und Berlin, R. Oldenburg. 1903. M. 4.50.

Unter allen Naturwissenschaften haben unzweifelhaft Astronomie und Zoologie unsere Anschauungen über das Weltall am meisten umgestaltet; Physik oder Chemie kommen erst an zweiter Stelle. Trotzdem ist der Anteil, welchen diese letzteren beiden Wissenschaften zu dem Aufbau unseres Weltbildes beigetragen haben, nicht gering, und Aufgabe des Verfassers ist es, in dem vorliegenden Buche dies namentlich für die Chemie im einzelnen nachzuweisen. Das Thema wird in drei Hauptabschnitten behandelt: Zuerst betrachtet er die Chemie der Sterne, sodann die chemischen Umwälzungen der Erdrinde, von denen die Geologie Zeugnis ablegt, und schliesslich wendet er sich zu dem verwickelten Kreislauf, den einige wenige Grundstoffe durch die belebte Natur durchwandern.

Der Verfasser hat das Buch in der Form von Vorlesungen, wie sie in München gehalten worden sind, geschrieben, es wirkt hierdurch frisch und anziehend. Dass bei der Mannigfaltigkeit des Stoffes einige kleine Ungenauigkeiten mit untergelaufen sind, ist nicht verwunderlich; so hätte bei der Strahlungsgleichung und den daran sich anschliessenden experimentellen Arbeiten, ausser Paschen auch Lummer, Pringsheim u. a. erwähnt werden müssen. Gegen die Annahme, dass die Erde im Innern feurig-flüssig sei, sprechen eine Reihe von Gründen, wahrscheinlich ist der feste Erdkern nur von einer feurig-flüssigen Mittelschicht umgeben. Dem grossen Kreis der Gebildeten, die sich eine Übersicht über die Errungenschaften der Chemie und die Art und Weise, wie sie zu denselben gelangt ist, verschaffen wollen, kann das Buch warm empfohlen werden.

G. C. Schmidt.

(Eingegangen 22. Mai 1903.)

Jean Perrin, Traité de Chimie Physique. Vol. I. Les Principes. XXIV u. 299 S. Paris, Gauthier-Villars. 1903.

Der vorliegende erste Band einer gross angelegten mathematischen Chemie enthält die allgemeinen Prinzipien; der zweite soll die Anwendungen der Phasenregel und die Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften der Körper, der dritte Band die Gase und verdünnte Lösungen und Elektrochemie, und schliesslich der vierte die kolloidalen Lösungen sowie die Photochemie enthalten.

Der Inhalt des vorliegenden Bandes ist kurz folgender: Im ersten Kapitel wird zunächst auseinandergesetzt, wie man zu dem Begriff „Kraft" in der Mechanik gelangt ist und dieselbe misst, darauf wird der Begriff erweitert, auf elektrische, magnetische und optische Erscheinungen übertragen, wobei am Schluss der Äther behandelt wird. Das zweite Kapitel enthält eine Besprechung der Intensitätsfaktoren, des Druckes, der E. M. K., und Temperatur. Kap. III die Energie und die Neutralisation einer Energie durch eine andere; Kap. IV die Rolle der Intensitätsfaktoren bei Veränderungen; Kap. V Kreisprozesse und Entropie; Kap. VI die Bedingungen des stabilen Gleichgewichts; Kap. VII einheitliche Körper und das Gesetz der Verbindungen; Kap. VIII das chemische Potential und Kap. IX die Phasenregel.

Schon aus dieser Übersicht wird man ersehen, dass der Verfasser einen durchaus originellen Weg einschlägt; dies wird durch eine eingehende Lektüre noch bestärkt. Ein jeder benutzte Begriff wird möglichst klar definiert und durch einfache Beispiele erläutert, wobei der Verf. stets von der Mechanik ausgeht; dann wird er erweitert auf andere Vorgänge und zum Schluss auf chemische Probleme übertragen. Da der Verfasser wenig voraussetzt und das Buch sich durchweg durch grosse Klarheit auszeichnet, so dürfte es für den Chemiker, der eine geringe Kenntnis der Grundlagen der Infintesimalrechnung besitzt, als Einführung in die physikalische Chemie sehr gute Dienste leisten.

G. C. Schmidt.

(Eingegangen 22. Mai 1903.)

B. Weinstein, Thermodynamik und Kinetik der Körper. Zweiter Band. Absolute Temperatur, die Flüssigkeiten, die festen Körper, thermodynamische Statik und Kinetik, die (nicht verdünnten) Lösungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1903. M. 16.—.

Der vorliegende zweite Band, dessen erster diese Ztschr. **2**, 444, 1901 besprochen worden ist, behandelt zunächst die Theorie der absoluten Temperatur und zwar sowohl nach der thermodynamischen, als auch nach der thermokinetischen Definition. Dann folgt die Theorie der Flüssigkeiten und die der festen Körper. Hierbei kommen zur Sprache die Zustandsgleichungen, die Kapillaritäts-, Reibungs- und Wärmeleitungsverhältnisse, die spezifischen Wärmen, Diffusion, Osmose, Bewegung und Deformation, Änderung des Zustandes u. s. w. Ein weiteres Kapitel dient der Theorie des thermodynamischen Gleichgewichts und der thermodynamischen Änderungen und behandelt auch die Theorie der

nichtumkehrbaren Vorgänge. Endlich das letzte Kapitel beschäftigt sich mit den nichtverdünnten Lösungen. Überall sind zur Klarstellung der Theorien die in Betracht kommenden experimentellen Ergebnisse in grossem Umfange eingeflochten.

Neben der Thermodynamik hat der Verfasser überall die Kinetik der Körper einbezogen. Dieser Weg ist sicherlich zu empfehlen, denn die praktische Anwendung der Lehren der Thermodynamik, ohne auf die Bedingungen, welche das Verhalten der Körper ergeben, einzugehen, führt zu Ergebnissen, welche für ideale Körper gelten, aber nicht für die in der Natur wirklich vorkommenden, und hierauf kommt es doch im wesentlichen an. Wie viel Arbeit hier noch zu leisten ist, geht deutlich aus der Lektüre dieses Buches hervor und namentlich aus dem Vergleich der theoretischen Formeln mit den experimentellen. Der Verfasser hat selbst überall versucht, die Theorien zu vervollkommnen, so dass das Buch eine Fülle von eigenen Untersuchungen enthält. G. C. Schmidt.

(Eingegangen 22. Mai 1903.)

P. Salcher, Die Wasserspiegelbilder. 8°. 38 S. 20 Abb. Halle a/S., W. Knapp. 1903. M. 1.50.

Diese „Angaben für Maler und Photographen" studieren die Spiegelung an der Welle und illustrieren sie durch gut gewählte Abbildungen. E. Englisch.

(Eingegangen 5. Mai 1903.)

Tagesereignisse.

Jubiläums-Preisaufgaben des Elektrotechnischen Vereins zu Berlin. Der von Werner v. Siemens und Heinrich v. Stephan begründete Elektrotechnische Verein hat beschlossen, aus Anlass seiner 1904 bevorstehenden 25 jährigen Stiftungsfeier die beiden folgenden Preisaufgaben zum freien Wettbewerb auszuschreiben: 1. Vergleichende Untersuchung der Isolierstoffe für den Aufbau von elektrischen Maschinen und Apparaten. 2. Prüfung und Würdigung der bisherigen Vorschläge, Elektrizität unmittelbar aus Kohle zu erzeugen. Für die Lösung der beiden Aufgaben sind 4000 Mk. als Preise, die auf mindestens 1000 Mk. bemessen sind, zur Verfügung gestellt. Die Einreichungsfrist läuft bis 1. Juli 1904.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt wurden an der Technischen Hochschule in Stuttgart der a. o. Professor Dr. Lueger znm o. Professor für Wasserbau, der a. o. Professor Berg zum o. Professor für Maschineningenieurwesen, an der Technischen Hochschule in Zürich der Privatdozent Dr. E. Winterstein zum Professor für Agrikulturchemie und verwandte Fächer.

Es habilitierten sich an der Universität Wien Dr. E. Kohl für Physik, an der Universität Giessen Dr. W. Schmidt für Physik und K. Brand für Chemie, an der Universität Breslau Dr. Julius Meyer für Chemie, an der Böhmischen Universität in Prag der bisherige Privatdozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt Dr. G. Kučera für Experimentalphysik, an der Universität Dr. Otto Schmidt für physikalische und organische Chemie.

Die Pariser Akademie der Wissenschaften hat dem deutschen Chemiker Karl Graebe-Genf, die Lavoisier- als auch die Berthelot-Medaille verliehen. Der Professor der Physik an der Technischen Hochschule Charlottenburg, A. Paalzow, wurde anlässlich seines 80. Geburtstages von der Technischen Hochschule Karlsruhe zum Doktor-Ing. ehrenhalber ernannt.

Zurückgetreten sind der Privatdozent der Mathematik F. Kraft und der Privatdozent für Elektotechnologie Dr. A. Denzler, beide von der Technischen Hochschule in Zürich.

Gestorben: am 27. Juli der a. o. Professor der Physik an der Universität Graz Dr. Simon Subic im Alter von 73 Jahren, am 23. Juli der o. Professor der Mathematik an der böhmischen Technischen Hochschule in Prag, Hofrat Eduard Weyr im Alter von 51 Jahren, in Kiew der frühere Professor für Chemie am Berginstitut in St. Petersburg Lissenko im Alter von 66 Jahren.

Berichtigungen.

Im 4. Jahrg. dieser Zeitschr. S. 581—583, Art. des Herrn Przibram, sind einige Druckfehler zu berichtigen.

In den Literaturangaben:

S. 581, 1. soll es heissen **68**, 294, 1899
statt **62**, 294, 1899.
S. 582, 1. soll es heissen **60**, 776, 1897
statt **60**, 116, 1897,

und S. 583, Spalte 1, Zeile 26 von oben soll es heissen „besteht" statt „entsteht".

Ferner in der Arbeit des Herrn Dorn, 4. Jahrg., S. 507 muss es S. 508 am Schluss des vorletzten Absatzes heissen: negative Elektrizität angehäuft.

Gesuche.

Für das physikalische Institut der Technischen Hochschule in Darmstadt wird ein

Assistent

gesucht. Bewerbungen sind zu richten an

Prof. Dr. **K. Schering**, Darmstadt, Hochschulstrasse 2.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.